



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.

9

JAHRBÜCHER

für

wissenschaftliche Botanik.

Herausgegeben

von

Dr. N. Pringsheim.

Fünfzehnter Band.

Mit 33 zum Theil farbigen Tafeln.

Berlin, 1884.

Verlag von Gebrüder Borntraeger.
Ed. Eggers.



H B. 131

Inhalt.

	Seite
Fr. Schmitz. Beiträge zur Kenntniss der Chromatophoren, mit Tafel I . . .	1
I. Die Chromatophoren der Euglenen	2
II. Die Paramylonkörner der Euglenen	44
III. Die Pyrenoide der Süsswasser-Bacillariaceen	114
IV. Bau und Funktion der Pyrenoide	129
V. Feinere Struktur der Chromatophoren	148
Figuren-Erklärung	175
C. Schwarz und K. Wehsarg. Die Form der Stigmata „vor“, „während“ und nach der Bestäubung bei verschiedenen Familien, mit Tafel II—V . .	178
Thalamiflorae	180
Ranunculaceen	180
1. <i>Nigella damascena</i> . L.	180
2. <i>Delphinium Ajacis</i> . L.	181
Caryophyllen	181
Malvaceen	183
1. <i>Malva rotundifolia</i> . L.	183
2. <i>Anoda hastata</i> . Cav.	183
Tiliaceen	184
<i>Tilia parvifolia</i> . Ehrh.	184
Geraniaceen	184
<i>Geranium pratense</i> . L.	184
Calyciflorae	185
Papilionaceen	185
<i>Lupinus mutabilis</i> . Sweet	185
Onagraceen	185
<i>Oenothera amoena</i> . L.	185
Umbelliferen	186
Dipsaceen	186
1. <i>Dipsacus laciniatus</i> . L.	186
2. <i>Scabiosa stellata</i> . L.	186
Compositen	187
1. <i>Eupatorium syriacum</i> . Jacq.	187
2. <i>Solidago canadensis</i> . L.	187
3. <i>Silphium perfoliatum</i> . L.	188
4. <i>Centaurea scabiosa</i> L.	189
5. <i>Pyrethrum tenuifolium</i> . Willd.	189

	Seite
6. Echinops sphärocephalus. L.	190
7. Centaurea dealbata. Willd.	190
Campanulaceen	191
Campanula Rapunculus. L.	191
Corolliflorae	192
Convolvulaceen	192
1. Convolvulus sepium. L.	192
2. Convolvulus purpureus. L.	192
3. Convolvulus tricolor. L.	193
Scrophulariaceen	193
Digitalis purpurea. L.	193
Labiaten	194
Plantagineen	194
Plantago major. L.	194
Monochlamydeae	194
Polygoneen	194
Rumex obtusifolius. L.	195
Gramineen	195
Dactylis glomerata. L.	195
Figuren-Erklärung	196
R. Nesse. Cryptica, eine neue Tuberaceengattung, mit Tafel VI—VIII . .	198
Figuren-Erklärung	206
J. Abromelt. Ueber die Anatomie des Eichenholzes, mit Tafel IX—XII . .	209
Einleitung	209
Die Bestandtheile des Eichenholzes im Allgemeinen	215
Gefäße	223
Uebergangszellen	226
Holzspitzzellen	227
Holzstumpzellen	230
Eintheilung der Eichenhölzer nach ihrem anatomischen Bau . .	233
1. Quercus lyrata Walt.	235
2. Quercus alba L.	236
3. Quercus Durandii Buck.	237
4. Quercus stellata Wang.	237
5. Quercus macrocarpa Mchx.	238
6. Quercus Wislizeni Alph. DeC.	238
7. Quercus Prinus L.	239
8. Quercus Garryana Dougl.	240
9. Quercus bicolor var. Michauxii Eng.	240
10. Quercus bicolor Willd.	241
11. Quercus sessiliflora Sm.	242
12. Quercus iberica Stev.	242
13. Quercus grosseserrata Bl.	243
14. Quercus castaneifolia C. A. Mey.	243
15. Quercus pedunculata Ehrh.	244
16. Quercus Thomasii Ten.	245
17. Quercus undulata var. grisea Eng.	246
18. Quercus mongolica Fisch.	246

V

		Selten
19.	<i>Quercus macranthera</i> Fisch. et Mey.	247
20.	<i>Quercus heterophylla</i> Mchx.	247
21.	<i>Quercus lobata</i> Née.	249
22.	<i>Quercus glandulifera</i> Bl.	250
23.	<i>Quercus rubra</i> L.	251
24.	<i>Quercus tinctoria</i> Bartr.	251
25.	<i>Quercus imbricaria</i> Mchx.	252
26.	<i>Quercus hypoleuca</i> Engelm.	253
27.	<i>Quercus laurifolia</i> Mchx.	253
28.	<i>Quercus Kelloggii</i> Newb.	254
29.	<i>Quercus palustris</i> Mchx.	255
30.	<i>Quercus falcata</i> Mchx.	256
31.	<i>Quercus Catesbaei</i> Mchx.	256
32.	<i>Quercus aquatica</i> Nutt.	257
33.	<i>Quercus nigra</i> L.	258
34.	<i>Quercus Cerris</i> L.	259
35.	<i>Quercus serrata</i> Thunb.	260
36.	<i>Quercus Phellos</i> L.	261
37.	<i>Quercus coccinea</i> Wang.	262
38.	<i>Quercus virens</i> Ait.	263
39.	<i>Quercus oblongifolia</i> Torr.	263
40.	<i>Quercus chrysolepis</i> Liebm.	264
41.	<i>Quercus rugosa</i> Née.	264
42.	<i>Quercus Ilex</i> L.	265
43.	<i>Quercus coccifera</i> L.	266
44.	<i>Quercus Calliprinos</i> L.	266
45.	<i>Quercus lanuginosa</i> Don.	266
46.	<i>Quercus paucilammellosa</i> Hook.	266
47.	<i>Quercus glabra</i> Thunbg.	267
48.	<i>Quercus Burgeri</i> Bl.	268
49.	<i>Quercus gilva</i> Bl.	268
50.	<i>Quercus thalassica</i> Hance.	268
51.	<i>Quercus Suber</i> L.	269
52.	<i>Quercus agrifolia</i> Née.	270
53.	<i>Quercus</i>	270
54.	<i>Quercus</i>	271
55.	<i>Quercus dilatata</i> Lindl.	272
Kurze	die Gruppierung der Eichen nach anatomi-	
		273
F. Johow.	einiger Eigenschaften der Laubblätter zu	279
den		282
I. Anpassungen	an Standorte verschiedener Beleuch-	
	mit Rücksicht auf die Vorgänge in den Chlorophyll-	
		284
1.	Schutzmittel jugendlicher Organe gegen intensives Licht	285
2.	Beziehungen der Eigenschaften erwachsener Assimilations- organe zu der Beleuchtungsintensität des Standortes	286

	Seite
a) Habituelle, der Pflanzenart eigenthümliche Blattlage gegen den Horizont	288
b) Beugungen und Faltungen der Spreite an sonnigen Standorten	292
c) Variationsbewegungen von Blättern als Schutzmittel gegen intensives Licht	295
d) Einfluss des Lichtes auf den anatomischen Bau der Laubblätter	297
II. Schutzeinrichtungen der leitenden Gewebe des Blattes gegen intensives Licht.	299
III. Anpassungen der Laubblätter an sonnige Standorte mit Rücksicht auf die Transpiration	303
a) Verkleinerung der transpirirenden Flächen	303
b) Profilstellung der Transpirationsorgane gegen die Richtung der Sonnenstrahlen	305
c) Vor Verdunstung schützendes Integument.	306
d) Verstärkung des Wasserversorgungsapparates.	308
F. von Höhnelt. Ueber den Einfluss des Rindendruckes auf die Beschaffenheit der Bastfasern der Dicotylen, mit Tafel XIII—XV	311
I. Historisches	312
II. Vorkommen und Verbreitung der Verschiebungen	316
III. Histologische Untersuchung und Erklärung der Verschiebungen	319
Zusammenfassung	324
Figuren-Erklärung	325
F. G. Kohl. Beitrag zur Kenntniss des Windens der Pflanzen, mit Tafel XVI	327
Historisches	328
Neigungswinkel der Windungen	348
Torsionen	353
Freie Windungen	358
Figuren-Erklärung	360
F. Johow. Die Gruppe der Hymenolichenen. Ein Beitrag zur Kenntniss basidiosporer Flechten, mit Tafel XVII—XXI	361
I. Darlegung der Befunde	363
A) Die Gattung <i>Cora</i> Fries	363
B) Die Gattung <i>Rhipidonema</i> Mattiolo	378
<i>Rhipidonema ligulatum</i> Mattiolo. (<i>Cora ligulata</i> Krempelhuber)	378
C) Die Gattung <i>Dictyonema</i> Agardh	380
<i>Dictyonema sericeum</i> Montagne. (<i>Dichonema sericenum</i> Fries)	380
D) Die Gattung <i>Laudatea</i> mihi.	386
<i>Laudatea caespitosa</i> mihi	386
II. Vergleichende Uebersicht der Ergebnisse	393
III. Zur Systematik und Nomenclatur	398
A) <i>Cora</i>	398
B) <i>Rhipidonema</i> , <i>Dictyonema</i> und <i>Laudatea</i>	404
Figuren-Erklärung	408
G. H. Miller. Untersuchungen über die Epidermis der Blütenblätter, mit Tafel XXII—XXIII	411
Uebersicht der untersuchten Blütenepidermen	442

Inhalt.	VII
	Seite
Nachschrift	446
Figuren-Erklärung	449
P. Terletzki. Anatomie der Vegetationsorgane von <i>Struthiopteris germanica</i> Willd. und <i>Pteris aquilina</i> L., mit Tafel XXIV—XXVI.	452
<i>Struthiopteris germanica</i> .	
Ausläufer	453
Stamm	470
Wurzel	471
Unfruchtbarer Blattstiel	473
Blattspreite	483
Fertiler Blattstiel	483
<i>Pteris aquilina</i> .	
Rhizom	484
Wurzel	488
Blattstiel	491
Blattspreite	493
Nachtrag: Ueber den Zusammenhang der Zellen und über Protoplasma in Zwischenzellräumen	495
Figuren-Erklärung	498
Emil Heinrich. Ueber isolateralen Blatthau mit besonderer Berücksichtigung der europäischen, speciell der deutschen Flora, mit Tafel XXVII—XXXI	502
I. Verzeichnis der untersuchten Pflanzen-Familien und -Arten nebst Standortsangaben und Kennzeichnung der Beschaffenheit der Standorte	507
II. Die Stellung der isolateralen Blätter gegen den Horizont; Form äussere Charakteristik dieser Blätter	511
III. Anatomische Verhältnisse	523
A. Descriptiver Theil	523
B. Theoretischer Theil	544
IV. Biologische Betrachtungen	556
Figuren-Erklärung	565
Emil Godlewski. Zur Theorie der Wasserbewegung in den Pflanzen	569
R. Nesse. <i>Hysterangium rubricatum</i> . Eine neue Hymenogastreenspecies, mit Tafel XXXII	631
Figuren-Erklärung	641
P. Korschelt. Zur Frage über das Scheitelwachsthum bei den Phanerogamen, mit Tafel XXXIII	642
I. Gymnospermen	646
A. Coniferen	647
<i>Pinus Abies</i> L. (<i>Picea excelsa</i> Lk.)	647
<i>Pinus orientalis</i> L.	650
<i>Pinus canadensis</i>	652
Cupressineen.	653
B. Gnetaceen.	655
II. Angiospermen	656
<i>Elodea canadensis</i> Rich. (<i>Anacharis Alsinastrum</i> Bab.)	659
<i>Eulalia japonica</i> Trin. (<i>Erianthus japonicus</i> Beauv.)	662

	Seite
Saccharum officinarum L.	663
Festuca rubra und F. capillifolia	665
Panicum plicatum	666
Lemna minor	667
Ceratophyllum submersum L.	668
Myriophyllum verticillatum	669
Utricularia minor.	670
Schlussbetrachtung	671
Figuren-Erklärung	673

Alphabetisch nach den Namen der Verfasser geordnetes Inhaltsverzeichniss.

	Seite
J. Abromeit. Ueber die Anatomie des Eichenholzes. Hierzu Tafel IX—XII	209
E. Godlewski. Zur Theorie der Wasserbewegung in den Pflanzen	569
Emil Heinriche. Ueber isolateralen Blattbau mit besonderer Berücksichtigung der europäischen, speciell der deutschen Flora. Hierzu Taf. XXVII—XXXI	520
R. Hesse. Cryptica, eine neue Tuberaceengattung. Hierzu Tafel VI—VIII .	198
R. Hesse. Hysterangium rubricatum. Eine neue Hymenogastreenspecies. Hierzu Tafel XXXII	631
G. H. Müller. Untersuchungen über die Epidermis der Blütenblätter. Hierzu Tafel XXII—XXIII	411
F. v. Höhnelt. Ueber den Einfluss des Rindendruckes auf die Beschaffenheit der Bastfasern der Dicotylen. Hierzu Tafel XIII—XV	311
F. Johow. Ueber die Beziehungen einiger Eigenschaften der Laubblätter zu den Standortverhältnissen	282
F. Johow. Die Gruppe der Hymenolichenen. Ein Beitrag zur Kenntniss basidiosporer Flechten. Hierzu Tafel XVII—XXI	361
F. G. Kohl. Beitrag zur Kenntniss des Windens der Pflanzen. Hierzu Tafel XVI	327
P. Korschelt. Zur Frage über das Scheitelwachsthum bei den Phanerogamen. Hierzu Tafel XXXIII	642
Fr. Schmitz. Beiträge zur Kenntniss der Chromatophoren. Hierzu Tafel I	1
C. Schwarz und K. Wehsarg. Die Form der Stigmata „vor“, „während“ und nach der Bestäubung. Hierzu Tafel II—V	178
P. Terletzki. Anatomie der Vegetationsorgane von <i>Struthiopteris germanica</i> <i>Willd.</i> und <i>Pteris aquillina L.</i> Hierzu Tafel XXIV—XXVI	452
Dazu Nachtrag: Ueber den Zusammenhang der Zellen und über Proto- plasma in Zwischenzellräumen	495

Verzeichniss der Tafeln.

- Tafel I. Chromatophoren, (siehe Seite 175).
Tafel II—V. Form der Stigmata, (siehe Seite 196).
Tafel VI—VIII. Mycelium und Fruchtkörper von *Cryptica lutea*, (siehe Seite 206).
Tafel IX—XII. Zur Anatomie des Eichenholzes, (siehe Seite 279).
Tafel XIII—XV. Ringstreifen und Verschiebungen der Bastfasern, (s. S. 325).
Tafel XVI. Winden der Pflanzen, (siehe Seite 360).
Tafel XVII—XXI. Habitus, Wuchs und Bau der Hymenolichenen, (s. S. 408).
Tafel XXII—XXIII. Epidermis der Blütenblätter, (siehe Seite 449).
Tafel XXIV—XXVI. Zur Anatomie der Vegetationsorgane von *Struthiopteris germanica*, (siehe Seite 498).
Tafel XXVII—XXXI. Zur Anatomie und Physiologie der Laubblätter, (s. S. 565).
Tafel XXXII. Anatomie von *Hysterangium rubicatum*, (siehe Seite 641).
Tafel XXXIII. Scheitelzellwachsthum bei Phanerogamen, (siehe Seite 673).

Beiträge zur Kenntniss der Chromatophoren.

Von

Fr. Schmitz.

Mit Tafel I.

Seit der Publikation meiner Abhandlung über „die Chromatophoren der Algen“ ist die morphologische Kenntniss der Chromatophoren durch eine Reihe neuerer Arbeiten erweitert worden. Durch die Untersuchungen von Schimper und Arthur Meyer ward für die Mehrzahl der allgemeinen Resultate, die ich durch das Studium der Algen gewonnen hatte, eine allgemeine Geltung auch für die Phanerogamen mehr oder minder vollständig nachgewiesen. Dadurch haben meine genannten allgemeinen Resultate sehr rasch eine zwar indirekte, aber darum doch nicht minder wichtige Bestätigung erfahren.

In mehreren Einzelpunkten jedoch haben die neueren Arbeiten über die Chromatophoren den Angaben meiner erwähnten Abhandlung widersprochen. Ich sah mich dadurch veranlasst, verschiedene Einzelheiten meiner früheren Darstellung einer erneuten Prüfung zu unterziehen. Hierbei aber ward ich zugleich in einzelnen Fällen zu weiterer Ausdehnung meiner früheren Untersuchungen veranlasst und in einigen Punkten zur Erweiterung meiner früheren Ansichten über die Chromatophoren hingeführt.

Im Folgenden sollen die Resultate dieser Untersuchungen im Einzelnen ausführlicher zur Darstellung gelangen.

I. Die Chromatophoren der Euglenen.

In meiner Abhandlung über „die Chromatophoren der Algen“ hatte ich für eine grosse Anzahl von Algen, denen man bis dahin homogen grün gefärbtes Protoplasma zuschrieb, den Nachweis geführt, dass ein solches „ungeformtes Chlorophyll“ in Wirklichkeit nicht vorhanden ist, diesen Formen vielmehr ebenso wie sämtlichen sog. höheren Pflanzen stets geformte Chromatophoren zukommen. Unter der Zahl der eingehender beschriebenen Formen war auch die Gattung *Euglena*, die ich den Algen zurechnete, aufgeführt und die Gestaltung ihrer Chromatophoren bei zwei genauer untersuchten Arten ausführlich geschildert worden.

Neuerdings hat nun die monographische Bearbeitung der Euglenaceen von Klebs¹⁾, die in vielen Punkten die bisherige Kenntniss dieser Gruppe sehr wesentlich erweitert hat, gezeigt, dass bei anderen Arten der Euglenen die Chromatophoren eine Ausbildung besitzen, welche von den Angaben meiner Darstellung beträchtlich abweicht. Gleichzeitig aber hat diese Abhandlung von Klebs diese meine Angaben auch für die von mir beschriebenen Euglenen theils in Frage gestellt, theils direkt bestritten.

Dadurch sah ich mich veranlasst, die Gestaltung der Chromatophoren bei den Englenen aufs Neue einer eingehenderen Untersuchung zu unterwerfen, um einerseits festzustellen, inwieweit jener Widerspruch gegen meine früheren Angaben begründet sei, andererseits die Variationen in der Gestaltung der Chromatophoren bei den Englenaceen und namentlich die eigenthümliche Ausbildung ihrer Pyrenoiden, die Klebs für eine Reihe von Formen beschrieben hat, aus eigener Anschauung kennen zu lernen.

Meine früheren Angaben (l. c. p. 18—19, 41—42, 155—159) über den Bau der Chromatophoren von *Euglena* bezogen sich auf zwei Spezies dieser Gattung, die ich als *E. viridis* und *E. oxyuris*

1) Klebs, Ueber die Organisation einiger Flagellatengruppen und ihre Beziehungen zu Algen und Infusorien. Untersuchungen aus dem botanischen Institut zu Tübingen I. 2. 1883.

solchen Exemplaren durch geeignete Färbungsmittel (Hämatein-Ammoniak, Nigrosin, Gentianaviolett) eine distinkte Färbung der Pyrenoide hervorzurufen und diese dadurch noch leichter erkennbar zu machen.

Kurzum, bei der Untersuchung dieser Varietät von *E. viridis* war ein Zweifel an der sternförmigen Gestaltung des Chromatophors und an dem Vorhandensein eines Pyrenoids im Inneren des Mittelstückes dieses Chromatophors gar nicht möglich.

Die zweite Spezies von *Euglena*, für welche ich in meiner Abhandlung über „die Chromatophoren der Algen“ die Gestaltung der Chromatophoren beschrieben hatte, bezeichnete ich damals als *E. oxyuris*. Ich schrieb dieser Art eine „Mehrzahl“ unregelmässig sternförmiger Chromatophoren¹⁾ von analoger Ausbildung wie die zuvor besprochenen der *E. viridis* zu, Chromatophoren, die so geordnet sind, dass der Zellkern ungefähr in der Mitte der Zelle liegt, die Chromatophoren oberhalb und unterhalb desselben sich vertheilen (l. c. p. 158, vgl. auch die Abbildung Fig. 20).

Diese meine Angaben über *E. oxyuris* bestreitet Klebs. Er selbst beschreibt für *E. oxyuris* „runde, scheibenförmige Chlorophyllträger“, die „so klar und deutlich“ sind, dass über ihre Gestaltung „kein Zweifel sein kann“. Klebs (l. c. p. 34. Anm. 3) vermag sich deshalb meine abweichenden Angaben nicht zu deuten und vermuthet, dass ich vielleicht eine andere Art als *oxyuris* untersucht haben möchte²⁾.

Ich selbst hatte die Spezies, die ich damals untersuchte, mit Hülfe der Abbildungen bei Stein (Der Organismus der Infusions-

1) l. c. p. 41; auch p. 158 heisst es ausdrücklich „zwei oder mehr sternförmige Chromatophoren“.

2) Klebs findet dabei meine Abbildung der angeblichen *E. oxyuris* „zu schematisch gehalten, um über ihren Artcharakter urtheilen zu können“. Meine Abbildung giebt aber in Wirklichkeit ein genaues Abbild des optischen Längsschnittes eines bestimmten einzelnen Individuums der untersuchten Spezies. Dass Klebs nach dieser Abbildung über den Artcharakter dieser Form nicht zu urtheilen vermochte, thut mir leid. Dieses sein Missgeschick lag aber weniger an der Ausführung der Abbildung, als an dem Umstande, dass Klebs die abgebildete Form, die in seiner Monographie nirgends erwähnt ist, unbekannt geblieben war.

farbter und (durch Einbetten in ätherisches Oel oder Harz) vollkommen aufgehellter Individuen dienen mag.

Während ferner bei *E. viridis* die Pyrenoide der Chromatophoren häufig sehr substanzarm sind und nur wenig durch stärkere Lichtbrechung von der übrigen Chromatophoren-Substanz sich abheben, deshalb auch vielfach nur schwierig deutlich zu unterscheiden sind, fand ich bei *E. geniculata* fast stets die Pyrenoide sehr leicht und deutlich erkennbar. An gehärtetem Materiale pflegten fast stets die Mittelstücke der Chromatophoren durch starke Lichtbrechung und leichte Tingirbarkeit deutlich hervorzutreten und namentlich bei der Untersuchung in ätherischem Oele sogleich ins Auge zu fallen. Nicht selten auch traten sie bei der Färbung mittelst sehr verdünnter Lösung von Gentianaviolett fast ebenso scharf durch ihre schöne blaue Färbung vor den übrigen, fast ungefärbten Abschnitten der Chromatophoren hervor, wie dies nur an den besten Färbungspräparaten¹⁾ grüner Algen (*Chlamydomonas* u. s. w.) zu beobachten ist.

Doch war die Menge der spezifischen Pyrenoid-Substanz gleichwohl auch in den substanzreichsten Pyrenoiden von *E. geniculata* immer noch zu gering, um diese Pyrenoide ringsum scharf gegen die umgebende Chromatophoren-Substanz sich abgrenzen zu lassen. Die dünne Schicht von Chromatophoren-Substanz, welche ich auch hier stets an der (von Paramylonkörnern bedeckten) Aussenfläche des Mittelstückes der Chromatophoren unterscheiden zu können glaube, ging ohne erkennbare scharfe Grenze in die Masse des Pyrenoids, resp. in den mit farbloser Pyrenoid-Substanz beladenen

die letztgenannten Veränderungen leicht so ausgiebig werden, dass nach der Behandlung mit Kalilauge die ursprüngliche Gestalt der Chromatophoren nicht mehr mit einiger Sicherheit festzustellen ist.

1) Gentianaviolett ist bekanntlich zuerst von zoologischer Seite als Färbungsmittel für Zellkerne vorgeschlagen worden (vgl. Flemming, Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung. 1882. p. 384). Mir selbst ward dies Färbungsmittel von Prof. Strasburger zur Färbung von Zellmembranen empfohlen. Bei der Benutzung desselben aber fand ich, dass eine verdünnte wässrige Lösung von Gentianaviolett ganz vortreffliche Dienste leistet, um bei Algen die Chromatophoren und namentlich die Pyrenoide distinkt zu färben. Inmitten der blauviolett gefärbten Chromatophoren treten die fast rein blau gefärbten Pyrenoide mit grosser Schärfe und Deutlichkeit hervor. Um aber eine recht reine distinkte Färbung zu erhalten, muss man das Färbungsmittel nur in sehr verdünnter Lösung anwenden und Ueberfärbung, die ausserordentlich leicht eintritt, vermeiden.

der Untersuchung in ätherischem Oel diese Substanz des Pyrenoids nur schwach glänzend, dabei aber deutlich lockerer als die umgebende dichte, fast homogene Chromatophoren-Substanz und lässt bei genauerer Prüfung vielfach ganz deutlich eine feinnetzig-poröse Struktur erkennen. Durch Färbungsmittel (Hämatein-Ammoniak, Gentianaviolett u. s. w.) wird an gehärtetem Materiale diese Substanzmasse des Pyrenoids analog gefärbt wie die angrenzende Chromatophoren-Substanz, doch stets ein wenig intensiver als diese, aber weit weniger intensiv als die Nukleolen des Zellkerns der betreffenden Zelle. An solchen gefärbten Individuen aber zeigt sich dann besonders deutlich, was auch an ungefärbtem Materiale bereits zu erkennen ist, dass nämlich eine scharfe Grenze zwischen der Substanzmasse des Pyrenoids und der umgebenden Chromatophoren-Substanz nicht vorhanden ist, dass vielmehr die erstere allmählich in die letztere übergeht.

Es fragt sich nun, ob in der beschriebenen feinnetzig-porösen Struktur der gehärteten Pyrenoide eine ursprüngliche Struktur vorliegt, oder ob dieselbe als ein Produkt der härtenden Reagentien anzusehen sei. Ich habe bereits früher¹⁾ nachgewiesen, dass man an gehärteten Pyrenoiden von Algen vielfach Andeutungen von Strukturen verschiedenster Art beobachten kann, und habe speziell auch eine feinnetzig-poröse Struktur beschrieben, die ich an den gehärteten Pyrenoiden von *Bangia fuscopurpurea* beobachtet hatte. Allein gleichwohl trug ich damals Bedenken, diese Strukturen gehärteter Pyrenoide als ursprüngliche anzusehen, weil das Auftreten dieser Strukturen in den meisten Fällen ein durchaus unregelmässiges war. Doch sprach ich dabei die Vermuthung aus, dass dennoch den Pyrenoiden eine feinere ursprüngliche Struktur und zwar wahrscheinlich eine feinnetzige Struktur zukommen möchte, aus welcher durch beginnende Desorganisation die beobachtete feinnetzig-poröse Struktur der Pyrenoide von *Bangia* hervorgegangen sei.

Die hier beschriebene Struktur der Pyrenoide von *Euglena granulata* erinnert nun sehr an die erwähnte Struktur, die ich bei *Bangia fuscopurpurea* beobachtet hatte. Dazu stimmen die beiderlei Pyrenoide auch noch darin unter einander überein, dass

1) Chromatophoren der Algen p. 48 ff.

Ausbildung der Chromatophoren bei beiden Arten wohl ohne Zweifei völlig analog sein dürfte. — Einen ganz ähnlichen Bau der Chromatophoren und Pyrenoide aber habe ich auch noch bei einer anderen *Euglena*-Spezies, die hier als *E. obtusa*¹⁾ bezeichnet sein mag, eingehender untersuchen können.

Bei dieser Spezies (Taf. I. Fig. 22) bilden die Chromatophoren kleine unregelmässig rundliche Scheibchen mit gelapptem Rande. In der Mitte einer jeden Scheibe findet sich wie bei *E. granulata* bald ein einzelnes beiderseits vorspringendes linsenförmiges Pyrenoid, bald zwei plan-convexe Pyrenoide, die auf beiden Flächen der Chromatophoren-Scheibe, mehr oder weniger gegen einander verschoben, hervortreten. Allen diesen Pyrenoiden entsprechen aussen aufgelagerte uhrglasförmige Paramylonkörner.

1) *Euglena obtusa*.

Körper im ausgereckten Zustande langcylindrisch, nach beiden Enden hin ein wenig verjüngt und an beiden Enden (am vorderen Ende meist etwas schief) abgestumpft-gerundet. Zellhaut anscheinend (?) sehr fein und schwach spiralig gestreift. Zellkern ungefähr in der Mitte der Zelle, doch meist etwas gegen das hintere Körperende hin verschoben. Zilie Chromatophoren sehr zahlreich (ca. 40—50), wandständig, am vorderen Körperende meist vereinzelt oder fehlend; das einzelne Chromatophor scheibenförmig, mit pyrenoidhaltiger Mitte und unregelmässig gelapptem Rande; bei contrahirtem Zellkörper die Chromatophoren sehr dicht zusammengedrängt und fast radial gerichtet, dachziegelig einander deckend; Pyrenoide beschalt.

Durchschnittliche Lg. = 0,13 mm, Br. = 0,025 mm.

Die Theilung der Zelle erfolgt im abgerundeten Zustande innerhalb einer dünnen Hüllschicht.

Freischwimmende Individuen wurden niemals beobachtet. Die beobachteten Exemplare krochen auf dem Boden des Wassers unter lebhaften metabolischen Bewegungen wurmartig umher. Der ausgereckte, lang-cylindrische Zellkörper verkürzte sich zu tonnenförmiger Gestalt unter verschiedenartiger Seitwärtskrümmung des conisch verjüngten, bald eingezogenen, bald weit vorgereckten Vorder- und Hinterendes; diese Verkürzung und Verdickung betraf bald den ganzen Zellkörper, bald nur einen einzelnen Abschnitt, bald lief sie von einem Ende des Körpers zum anderen fort. Häufig krümmte sich dabei der Zellkörper zu halbmondförmiger Gestalt ein und verbreiterte sich dann durch Bildung einer Ausbuchtung in der Mitte der concaven Seite zu abgeflacht-scheibenförmiger Gestalt.

Ich fand diese Art in grosser Menge der Individuen in der Nähe von Bonn am Rande eines kleinen Teiches, dessen schlammiges Ufer dieselben in Gestalt eines dunkelgrünen Ueberzuges bedeckten.

Diese Art unterscheidet sich von *E. granulata* und allen ähnlichen, bisher beschriebenen Arten durch die grosse Menge der Chromatophoren und das stets abgestutzte Hinterende des langcylindrischen Zellkörpers.

Zellkörpers umgeben. An gehärtetem und aufgehelltem Materiale aber lässt sich auch hier der innere Bau der Zelle leicht und sicher ermitteln. —

Eine analoge Ausbildung der Chromatophoren und Pyrenoide wie bei *E. granulata* und *obtusa* fand ich ferner unter den Euglenaceen, die ich selbst eingehender untersuchen konnte, noch bei verschiedenen anderen, zum Theil noch unbeschriebenen Arten von *Euglena*, sowie bei mehreren Arten von *Trachelomonas*. Hier seien von diesen verschiedenen Formen nur einige Spezies besonders namhaft gemacht, bei denen charakteristische kleine Abweichungen hervorzuheben sind. So besitzt *E. gracilis* Klebs in wandständiger Anordnung zahlreiche scheibenförmige Chromatophoren mit beschaltem, mittlerem Pyrenoid, ebenso wie *E. granulata*. Allein diese Chromatophoren-Scheiben besitzen bei *E. gracilis* nicht eine (gegen die Zellmitte) ausgebogene Mitte, sondern liegen flach der Zellhaut an und krümmen sich nur der Krümmung dieser Zellhaut entsprechend. Bei *E. pisciformis* Klebs wiederholt sich ebendieselbe Erscheinung; doch besitzen hier die Chromatophoren die Gestalt langgestreckter Platten und liegen in Zahl von 2 (seltener 3 oder 4) den gegenüberliegenden Längsseiten des spindelförmig gestreckten Zellkörpers an. Bei beiden Spezies aber erscheinen in der Mitte der scheibenförmigen Chromatophoren die Pyrenoide auf beiden Seiten mit uhrglasförmig gebogenen Paramylonkörnern bedeckt. Demgegenüber zeigt *E. pyrum* Ehb. (Taf. I. Fig. 19) zwar auch nur zwei wandständige Chromatophoren von der Gestalt längslaufender Platten mit unregelmässig gelappten Seitenrändern¹⁾, allein

1) Die Seitenränder der scheibenförmigen Chromatophoren von *E. pyrum* sind in sehr mannigfaltiger und unregelmässiger Weise gelappt und zerschnitten. Zuweilen auch wollte es mir bei einzelnen der untersuchten Individuen scheinen, als ob einzelne dieser Randlappen sich losgetrennt und zu selbständigen kleinen scheibenförmigen Chromatophoren sich ausgebildet hätten. Doch machte die derbe Spiralstreifung der Zellhaut, die eine Aufklärung des inneren Baues der Zelle sehr erschwert, eine sichere Entscheidung dieser Frage bisher nicht möglich.

Wenn aber irgendwo unter den Euglenaceen, so möchte ich bei der vorliegenden Spezies ein solches gelegentliches Abtrennen einzelner Randlappen der Chromatophoren zu selbständigen Farbstoffträgern für sehr wahrscheinlich halten. Doch habe ich dies allerdings bisher noch nicht direkt zu beobachten vermocht.

führt in den tangential orientirten Mittelstücken der Chromatophoren die beschalten Pyrenoide und ausserdem auch meist noch mehr oder minder zahlreiche kleine Paramylonkörnchen, sodass dadurch die Hauptmasse des Paramylons der einzelnen Zelle ebenfalls deutlich in Form einer tangentialen Schicht angeordnet ist.

Diese Ausbildung der Chromatophoren fand ich speziell bei einer Art von *Euglena*, die hier als *E. oblonga*¹⁾ bezeichnet werden mag (Taf. I. Fig. 9). Im Inneren des bald ellipsoi-

1) *Euglena oblonga*.

Körper in der Bewegung oblong oder eiförmig, selten verkehrt eiförmig, vorne abgerundet oder meist stumpf und etwas schief abgestutzt, hinten sehr stumpf, ohne Stachelspitze. Zilie viel länger als der Körper. Zellhaut sehr fein spiralig gestreift. Zellkern sehr gross, in der Mitte der Zelle, zuweilen etwas nach hinten verschoben. Chromatophoren zahlreich (ca. 15—25), in einigem Abstände von der Körperoberfläche zu einer tangentialen Chlorophyllschicht verbunden, von welcher zahlreiche schmal-bandförmige Fortsätze radial gegen die Körperoberfläche strahlen und hier in Gestalt mehr oder minder langer, schmaler, wandständiger Bänder, der Streifung der Zellhaut entsprechend, spiralig verlaufen; das einzelne Chromatophor mit kleinem scheibenförmigem pyrenoidhaltigem Mittelstück und zahlreichen bandförmigen Randfortsätzen; Pyrenoid beschalt. Augenfleck und Hauptvakuole am Vorderende des Zellkörpers innerhalb der Chlorophyllschicht.

Durchschnittliche Lg. = 0,05—0,07 mm, Br. = 0,025—0,035 mm.

Metabolische Gestaltsveränderungen während der Bewegung waren nicht zu constatiren. Dagegen war häufig an frei schwimmenden Individuen die Ausscheidung einer sehr dicken Schleimhülle zu beobachten, die durch Jod und Hämatein-Ammoniak sich ziemlich intensiv färbte.

Theilung

Diese Art fand ich in zahlreichen Exemplaren gemeinschaftlich mit vielen anderen Spezies von *Euglena* und *Phacus* in einem Wasserloch der Rhein-Niederung bei Cleve zu Anfang Oktober 1883; ganz vereinzelt habe ich sie späterhin auch bei Bonn angetroffen. —

Die vorliegende Spezies unterscheidet sich von *E. sanguinea*, die ich allerdings bisher nur aus der Abbildung und Beschreibung von Klebs (l. c. p. 69—70, Taf. III. Fig. 20) kenne, hauptsächlich durch die wesentlich geringere Anzahl der Chromatophoren, welche die Chlorophyllschicht zusammensetzen, die viel geringere Anzahl der radial strahlenden, bandförmigen Fortsätze dieser Chlorophyllschicht und den spiraligen Verlauf der wandständigen Endabschnitte dieser Fortsätze. Dazu ist *E. oblonga* am hinteren Körperende stets sehr stumpf, *E. sanguinea* nach den Abbildungen bei Klebs (l. c.) und Stein (l. c. Taf. XX. Fig. 19) deutlich zugespitzt; die Schleimhülle von *E. sanguinea* wird durch Jod nicht gefärbt; endlich liegen bei *E. oblonga* Augenfleck und Hauptvakuole am vorderen Körperende noch innerhalb der Chlorophyllschicht, bei *E. sanguinea* nach der Abbildung von Klebs (l. c.) ausserhalb derselben.

scheint mir so charakteristisch und erinnert mich so lebhaft an die Ausbildung der Chlorophyllschicht von *E. oblonga*, dass ich kaum zu irren glaube, wenn ich annehme, dieser Habitus der Chlorophyllschicht von *E. sanguinea* beruhe auf der gleichen Gestaltung der Chromatophoren wie bei *E. oblonga*. Nur müssen hier bei *E. sanguinea* der Abbildung zufolge viel zahlreichere Chromatophoren mit viel zahlreicheren bandförmigen Fortsätzen die Chlorophyllschicht zusammensetzen als bei *E. oblonga*. Und ausserdem muss bei *E. sanguinea* die regelmässige spiralige Anordnung der wandständigen Abschnitte jener Fortsätze kaum angedeutet sein oder vollständig fehlen, da sonst Klebs wohl sicher nicht unterlassen haben würde, in seiner Beschreibung dies hervorzuheben oder in seiner Zeichnung dies anzudeuten. Infolge dieser grösseren Zahl von Chromatophoren, welche anscheinend die Chlorophyllschicht von *E. sanguinea* zusammensetzen, dürfte aber auch die Aufklärung ihrer Struktur sehr viel grössere Schwierigkeiten bereiten, als dies bei der ziemlich übersichtlich gebauten *E. oblonga* der Fall ist.

Die soeben beschriebenen Chromatophoren von *E. oblonga* lassen übrigens noch eine andere Weise der Beschreibung zu. Anstatt als scheibenförmige Chromatophoren mit zahlreichen, tief eingeschnittenen, bandförmigen Randlappen kann man dieselben ebenso gut auch beschreiben als unregelmässige sternförmige Chromatophoren mit zahlreichen bandförmigen Fortsätzen, welche sämtlich in der Medianebene von dem pyrenoidhaltigen Mittelstück entspringen und sämtlich nach derselben Seite hin sich umschlagen. Durch die erstere Weise der Darstellung werden diese Chromatophoren als Gestaltungs-Modifikationen der Chromatophoren von *E. granulata* geschildert und dadurch diesen Chromatophoren als complizirtere Gestalten angereiht, wie es zuvor auch ausdrücklich betont worden ist. Die letztere Weise der Beschreibung aber fasst diese Chromatophoren als Modifikationen der Chromatophoren von *E. viridis* und *E. geniculata* auf und reiht dieselben dadurch diesen Gebilden an.

In der That stellen die fraglichen Chromatophoren ein vortreffliches Bindeglied dar zwischen den beiden Gestaltungs-Typen der Chromatophoren von *E. granulata* und *E. viridis*, Typen, die

Die eben besprochenen Chromatophoren von *E. oblonga* liessen sich von den sternförmigen Chromatophoren von *E. viridis* ableiten durch die Annahme wiederholter Theilung und einseitiger, aber regelmässiger Ausbildung der Theilstücke. Werden statt dessen die einzelnen Theilstücke unregelmässig ausgebildet, so muss auch die ganze Chlorophyllschicht eine regellose Gestalt annehmen, namentlich wenn die einzelnen Chromatophoren ungleich gross sind und ungleichmässig in der Zelle sich gruppieren.

Dies ist nun bei sehr vereinfachter Ausbildung der einzelnen Chromatophoren thatsächlich der Fall bei einer Art von *Euglena*, die Klebs als Varietät *β. olivacea* mit *E. viridis* vereinigt, die aber von dieser Form wesentlich verschieden ist. Bei dieser *E. olivacea*¹⁾

1) *Euglena olivacea* (*E. viridis β. olivacea* Klebs).

Körper im ausgereckten Zustande spindelförmig, vorne abgerundet, hinten in eine kurze hyaline Schwanzspitze zugespitzt. Zellhaut sehr fein und schwach spiralig gestreift. Zilie so lang wie der Zellkörper oder etwas länger. Augenfleck ziemlich gross. Zellkern im hinteren Theile der Zelle. Chromatophoren zahlreich, wandständig, sehr unregelmässig sternförmig gestaltet mit kleinem pyrenoidhaltigem Mittelstück, von dem nur wenige, ungleich lange, ungetheilte oder verschieden zertheilte, schmal-handförmige Fortsätze entspringen; diese Fortsätze im ausgerecktem Zellkörper meist längslaufend, vielfach in Zahl von 5–8, sehr häufig in Zahl von 2 oder 1; die Mittelstücke meist zu mehreren in Gruppen zusammengestellt, während die bandförmigen Fortsätze in sehr wechselnder Weise der Zellhaut sich anlehnen und eine sehr verschieden gestaltete wandständige Chlorophyllschicht, die aus ungleichen Bandabschnitten und Scheibchen sich zusammensetzt, herstellen; Pyrenoide sehr rudimentär, stets nackt. Färbung der Chromatophoren hellgelblich-olivengrün.

Paramylonkörner in Gestalt kleiner oder grösserer, ovaler bis länglicher, ziemlich dicker Scheibchen, bei grosser Anzahl hauptsächlich in der Mitte des ganzen Zellkörpers angehäuft.

Theilung im abgerundeten Zustande innerhalb einer dünnen Hüllhaut. Dabei bilden die Individuen vielfach dunkelgrüne, dünne Häute an der Oberfläche des Wassers.

Metabolie nur mässig lebhaft, in analoger Weise wie bei *E. viridis*.

Durchschnittliche Lg. = 0,068 mm, Br. = 0,014 mm.

Diese Art fand ich gesellig an der Oberfläche eines Dorfteiches in der Nähe von Bonn. Nach Klebs ist dieselbe vorzugsweise in Gewässern, die reich an organischen Zersetzungsprodukten sind (Mistpfützen der Dörfer, Abläufen von Bierbrauereien, Abtritten etc.), verbreitet. —

Ich trage kein Bedenken, die hier beschriebene Euglene für identisch zu halten mit der *E. viridis β. olivacea* Klebs, obgleich Klebs die Gestaltung der Chromatophoren in etwas anderer Weise schildert. Die Analogie mit *E. viridis*, die bei dieser Form in der ganzen Gestaltung des Körpers, in der Art der

an Zahl über die einfach bandförmigen, zwei- oder einstrahligen Gestalten; und in manchen Fällen können sogar diese letzteren bandförmigen Chromatophoren gänzlich zurücktreten hinter den mehrstrahligen Formen, die nun ganz deutlich als unregelmässige Sterne mit sehr kleinem Mittelstück und sehr ungleichen bandförmigen Fortsätzen sich darstellen. — Solche Chromatophoren aber liegen meist zu mehreren in Gruppen beisammen, sodass ihre Fortsätze nicht selten über einander weglaufen oder seitlich durch breitere Arme oder ganz dünne Stränge mit einander fusioniren. Nimmt man dann hierzu noch die Thatsache, dass die Abschnitte dieser bandförmigen Fortsätze, welche der Zellhaut direkt anliegen, sehr mannigfaltig gestaltet sind, bald gerade, bald geschlängelt verlaufen oder im Bogen sich seitwärts wenden, so ergibt sich daraus eine äusserst unregelmässige Gestaltung der ganzen Chlorophylle-schicht.

Diese Chromatophoren sind in sehr wechselnder Weise längs der Oberfläche des spindelförmigen Zellkörpers vertheilt. Das Vorderende desselben ist meist frei von Chromatophoren und farblos. Auch lagern sich längs des Zellkerns, der nahe an das hintere Körperende gerückt ist, meist nur einzelne Fortsätze von Chromatophoren. Hinter diesem Zellkerne aber sind stets noch einzelne Chromatophoren zu finden; die Mehrzahl derselben jedoch gruppirt sich vor dem Zellkern und zwar meist so, dass eine grössere Anzahl der eingebogenen und verdickten Mittelstücke ungefähr in gleicher Höhe in der Zellmitte vertheilt ist. Dadurch erscheint hier auch bei vollständigem Fehlen der Paramylonkörner die Chlorophylle-schicht dichter und dunkler gefärbt und zugleich weiter nach der Zellmitte hin vorgewölbt, und es entsteht ein ganz ähnliches Habitusbild der grüngefärbten Zelle wie das Habitusbild einer körnerarmen Zelle von *E. viridis*. Doch kommt dies Bild hier in ganz anderer Weise zu Stande wie bei der letztgenannten Spezies.

Diese Ausbildung der Chlorophylle-schicht bei lang ausgereckten Zellen verliert nun jeden Rest von Regelmässigkeit bei contrahirten Individuen, namentlich bei fast kugeliger Abrundung des Zellkörpers. Hier laufen vielfach die Fortsätze der einzelnen Chromatophoren über einander weg, die verdickten Mittelstücke rücken vielfach dicht an die Zellhaut heran oder ziehen umgekehrt auch die bandförmigen Fortsätze streckenweise von der Zellhaut selbst ab. Der Zellhaut un-

Bald kleiner, bald grösser erscheint sein Umriß bald gerundet, bald mehr oder weniger in die Länge gestreckt. Die Substanzmasse dieser Verdickung ist an der lebenden Zelle etwas stärker lichtbrechend als die übrigen Abschnitte des Chromatophors, an gehärtetem Materiale aber färbt sie sich deutlich intensiver als die letzteren und nimmt zuweilen bei Färbung mittelst Gentianaviolett ganz deutlich die charakteristische blaue Färbung der Pyrenoide an. Es erscheint somit hier die innere Substanzmasse dieser verdickten Abschnitte als Pyrenoid ausgebildet. Doch ist allerdings dieses Pyrenoid hier nur sehr wenig substanzreich und ganz und gar ohne bestimmte scharfe Grenze gegen die angrenzenden Abschnitte des Chromatophors. Die charakteristische Pyrenoid-Substanz ist nur in äusserst geringer Menge hier angehäuft, der ganze Abschnitt des Chromatophors nur sehr wenig von den übrigen Abschnitten different ausgebildet. Die ganzen Pyrenoide sind hier fast vollständig rudimentär.

Dieser rudimentären Ausgestaltung der Pyrenoide entspricht ferner auch das vollständige Fehlen der Paramylonschalen, die für die Pyrenoide aller bisher besprochenen Euglenen so charakteristisch sind. Die Paramylonkörner von *E. olivacea*, die in sehr wechselnder Menge in den einzelnen Individuen zu finden sind, stellen sämtlich isolirte kleine scheibenförmige Körper dar; uhrglasförmig gebogene Paramylonschalen aber fehlen hier vollständig, die Pyrenoide sind stets vollständig nackt. —

So unregelmässig somit auch die Ausbildung der Chromatophoren bei *E. olivacea*¹⁾ sein mag, so scheint mir doch aus den mitgetheilten Thatsachen deutlich hervorzugehen, dass diese Chromatophoren sämtlich aufzufassen sind als vereinfachte und zugleich ganz unsymmetrisch ausgebildete Formen der sternförmigen Chromatophoren von *E. viridis*. Diese Vereinfachung geht zuweilen bis zur Reduktion zu einfach bandförmiger Gestalt fort, die reicher ausgebildeten Chromatophoren aber lassen die typische Sternform

1) Nach der Beschreibung und Abbildung, die Klebs (l. c. p. 70—71, Taf. III. Fig. 4 u. 8) von *E. variabilis* giebt, möchte ich es nicht für unwahrscheinlich halten, dass sich *E. variabilis* in der Ausbildung der Chromatophoren an *E. olivacea* anschliesst. Ich selbst jedoch habe diese Spezies bisher leider noch nicht aufzufinden vermocht.

förmige Chromatophoren mit sehr unregelmässig gelapptem oder zerschnittenem Rande. Diese Chromatophoren vertheilen sich gleichmässig in die beiden Zellhälften, so dass gewöhnlich 1 oder 2 (seltener mehr) Chromatophoren auf jeder Seite des Zellkerns zu finden sind. Das einzelne Chromatophor liegt in der ausgestreckten Zelle mit seiner Mediane einseitig der Zellhaut an und greift mit seinen Rändern mehr oder weniger weit auf die entgegengesetzte Seite hinüber, sodass es rinnenförmig bis fast hohlcylindrisch gebogen der Zellhaut überall dicht sich anlehnt. In seiner Mitte aber ist es deutlich lokal verdickt, und in dieser Verdickung, die nach der Zellmitte hin deutlich vorspringt, ist ein einzelnes, gewöhnlich sehr substanzarmes Pyrenoid eingeschlossen. Dasselbe ist an der lebenden Zelle nur wenig durch hellere Färbung und etwas stärkeren Glanz von den angrenzenden Abschnitten des Chromatophors zu unterscheiden und tritt auch an gehärtetem Materiale nur selten als dichter, stark lichtbrechender Körper deutlich hervor. In allen Fällen aber geht seine Substanzmasse ganz allmählich in die angrenzende Chromatophoren-Substanz über, sodass eine scharfe Abgrenzung des Pyrenoids weder an lebendem noch an gehärtetem Materiale ausführbar ist.

Dieses Pyrenoid der Chromatophoren von *E. mutabilis* aber ist ebenso wie die Pyrenoide von *E. olivacea* stets nackt, niemals beschalt. Uhrglasförmig gebogene Paramylonscheiben fehlen den Pyrenoiden der vorliegenden Spezies stets. Dafür entstehen längs der Innenfläche der Chromatophoren zahlreiche kleine Paramylonkörner von Gestalt ganz kurzer Stäbchen oder länglicher Scheibchen, die, Anfangs von sehr geringer Grösse, allmählich sich verdicken und an Grösse zunehmen.

Eine ähnliche Ausbildung der Chromatophoren wie *E. mutabilis* besitzt ferner *E. deses* Ehb. Während aber die einzelnen Chromatophoren der ersteren Art, die meist nur in geringer Anzahl (2—4, seltener mehr) vorhanden sind, grössere gebogene Scheiben mit unregelmässig gelapptem Rande darstellen, besitzen die viel zahlreicheren, kleineren Chromatophoren von *E. deses* (Taf. I. Fig. 10) die Gestalt ovaler oder rundlicher¹⁾ Scheibchen, die, der Zellhaut

1) Nach Klebs (l. c. p. 73, vergl. auch p. 35) sind bei *E. deses* die

einfachung der Gestalt der Chromatophoren gegenüber der zuletzt besprochenen Form noch um einen Schritt weiter gegangen, das Pyrenoid, das bei letzterer Form bereits stets nackt war, ist hier bei einer nahe verwandten Form gar nicht mehr vorhanden.

Diese letztere Thatsache aber dürfte im Hinblick auf die nahe Verwandtschaft der beiden Formen *E. deses* und *E. intermedia* wohl besser dahin ausgedrückt werden, dass die Pyrenoide, die bei *E. deses* nur schwierig, oft nur sehr schwierig als eigenartige Gebilde zu erkennen sind, bei *E. intermedia* gar nicht mehr durch irgend ein Merkmal von der angrenzenden Chromatophoren-Substanz sich unterscheiden lassen. Die geringe Deutlichkeit der Pyrenoide bei *E. deses* weist nämlich mit grosser Entschiedenheit darauf hin, dass ein vollständiger Ausfall der Pyrenoide innerhalb des Formenkreises der Gattung *Euglena* in Wirklichkeit nicht stattfindet; vielmehr dürfte dem thatsächlichen Verhalten am besten die Ausdrucksweise entsprechen, dass die Substanzmasse des Pyrenoids, die bei *E. deses* von der umgebenden Chromatophoren-Substanz sich nur sehr wenig unterscheidet, bei *E. intermedia* der angrenzenden Chromatophoren-Substanz vollständig gleich beschaffen ist, sodass eine Unterscheidung nicht mehr möglich ist. Sehr einfach aber würde sich dies, der schon mehrfach erwähnten Auffassungsweise entsprechend, durch die Annahme erklären, dass die lokale Anhäufung von Pyrenoid-Substanz, die bei *E. deses* schon sehr unbedeutend ist, bei *E. intermedia* ganz unmerklich wird, resp. vollständig ausfällt. Dagegen dürfte die Auffassung, dass den Chromatophoren von *E. deses* regelmässig ein eigenartiger Körper eingelagert sei, welcher den Chromatophoren der nächstverwandten *E. intermedia* vollständig fehlte, bei dem Vergleich der Thatsachen wohl kaum einige Wahrscheinlichkeit für sich in Anspruch nehmen können.

Der letztbesprochenen *E. intermedia* reiht sich nun in der Ausbildung der Chromatophoren eine ganze Reihe von *Euglenaceen* an. Bei denjenigen Formen, die ich selbst genauer untersuchen konnte, fanden sich allgemein zahlreiche kleine flache Chlorophyllscheibchen von rundlich-eckigem (bald mehr gerundetem, bald mehr polygonalem) Umriss, welche in wandständiger Anordnung eine mehr oder minder dicht geschlossene Chlorophyllschicht bildeten. Meist

(Taf. I. Fig. 8), *alata* Klebs, *longicauda* (Ehbg.) Duj., *ovum* (Ehbg.) Klebs (Taf. I. Fig. 13, 14), *teres*¹⁾ (Taf. I. Fig. 16). Nach den Angaben von Klebs gehören zu dieser Zahl noch *Euglena oxyuris* Schmarda und *Phacus oscillans* Klebs, die ich bisher noch nicht gesehen habe. Es scheint daher dieser Typus der Chromatophoren in den beiden Gattungen *Euglena* und *Phacus* der am weitesten verbreitete zu sein.

Somit erscheinen bei den besprochenen beiden Gattungen der Euglenaceen die Chromatophoren in sehr mannigfaltiger Weise gestaltet. Auf der einen Seite steht als extremste Form die Gestalt der kleinen flachen rundlich-eckigen Scheibchen, wie solche bekanntlich den meisten Archegoniaten und Phanerogamen ebenfalls eigen sind. Auf der anderen Seite bildet den Endpunkt der Reihe die unregelmässig sternförmige Gestalt der Chromatophoren von *E. viridis* und *E. geniculata*. Beide extreme Formen aber sind durch eine Reihe verschiedenster Mittelformen verbunden²⁾, die deutlich

1) *Phacus teres*.

Körper drehrund, eiförmig bis kurz spindelförmig, vorne abgerundet, nach hinten kegelförmig verjüngt und in eine kurze farblose Schwanzspitze zugespitzt. Zilie länger als der Körper. Zellhaut ziemlich dick, zart spiralig gestreift. Zellkern ziemlich gross, in der hinteren Körperhälfte. Chlorophyllschicht wandständig, ringsum ziemlich dicht geschlossen; Chromatophoren zahlreich, klein, scheibenförmig mit rundlich-eckigem Umriss.

Paramylonkörper theils in Gestalt grösserer ringförmiger Scheiben in Mehrzahl zwischen Zellhaut und Chlorophyllschicht eingeschaltet, theils in Gestalt kleinerer bis kleinster Ringe in wechselnder Anzahl auf der Innenseite der Chlorophyllschicht vertheilt.

Theilung

Durchschnittliche Lg. = 0,041 mm, Br. = 0,017 mm.

Diese Art fand ich in grosser Anzahl der Individuen gemeinschaftlich mit *Euglena mutabilis* in einem fast ausgetrockneten Waldgraben in der Nähe von Bonn im November 1883.

2) Wenn somit die Reihe der besprochenen Arten von *Euglena* und *Phacus* einen allmählichen Uebergang aufweist von kleinen, flach scheibenförmigen Chromatophoren bis zu complicirten sternförmigen Gestalten, so kann doch diese Uebergangsreihe keineswegs als typisches Beispiel für alle analogen Fälle dienen. Es sind vielmehr a priori noch mancherlei andere Wege denkbar, um die Chromatophoren der beiden genannten extremen Gestaltungstypen unter einander in Verbindung zu setzen, auf einander zurückzuführen. Und in der Wirklichkeit sieht man auch in der That in dem engen Rahmen nächster Ver-

führt dann eine Anzahl von Mittelformen (*E. mutabilis*, *E. deses*, *E. olivacea*), deren Pyrenoide immer undeutlicher und schwächer entwickelt werden, hinüber zu denjenigen Chromatophoren, in denen distinkt ausgebildete Pyrenoide gar nicht mehr zu erkennen sind, denen Pyrenoide gänzlich fehlen (*E. acus* u. s. w.).

Besonderes Interesse aber bieten die eigenthümlichen Doppel-Pyrenoide von *E. granulata* u. a. A. dar, bei denen flach linsenförmige Pyrenoide nicht der mittleren Schicht, sondern der Rindenschicht der Chromatophoren eingelagert sind und zwei derartige Pyrenoide, einander gegenüber den beiden Rindenschichten eingelagert, mehr oder weniger genau auf einander treffen.

Eine oberflächliche Auflagerung der Pyrenoide auf die Aussenfläche der scheibenförmigen Chromatophoren aber war weder bei diesen letztgenannten Doppel-Pyrenoiden von *E. granulata* u. V., noch bei irgend einer anderen der untersuchten Spezies zu constatiren.

II. Die Paramylonkörner der Euglenen.

In meiner Abhandlung über „die Chromatophoren der Algen“ hatte ich auch die geformten Produkte der Chromatophoren in Kürze besprochen und aus der Entwicklung derselben eine Reihe von Momenten hervorgehoben, die für die morphologische Kenntniss der Chromatophoren von Bedeutung sind. Als derartige geformte Produkte der Chromatophoren aber wurden neben den Stärkekörnern der grünen Algen, den Körnern der Florideen- und Phäophyceen-Stärke speziell auch die Paramylonkörner der Euglenen näher berücksichtigt (p. 156—160).

Dabei stellte sich mir für die Ausbildung dieser Paramylonkörner der Euglenen eine ziemlich wesentliche Differenz gegenüber den Stärkekörnern der grünen Algen heraus. Während nämlich die letzteren in allen untersuchten Fällen im Inneren der Chromatophoren angelegt und (wenigstens in allen sicher constatirten Fällen)

Für *Euglena viridis* Ehb. hatte ich seiner Zeit (l. c. p. angegeben, dass in der einzelnen Zelle Paramylonkörner „rings um das kugelige Mittelstück der sternförmigen Chromatopl in einfacher, lockerer, hohlkugelig Schicht“ ausgebildet werden „späterhin treten dann auch längs der Fortsätze des Chromatop derartige Körner in immer reichlicherer Menge auf, und schließ werden diese Körner auch in andere entferntere Theile der ge Zelle hingeführt“. — Nach Klebs (l. c. p. 35, 67) dagegen in der Mitte des Zellkörpers ein „kugelig Haufen von Param körnern“, in dessen Mitte „eine dichtere Masse des Cytopla sich vorfindet, die nicht als Pyrenoid, sondern nur als eine renzierung des Paramylon bildenden Plasmas“ angesehen werden.

Es ist nun bereits in der obigen Darstellung eingehender gewiesen worden, durch welche Untersuchungsmethoden man mit Sicherheit davon überzeugen kann, dass in der Mitte der tralen Körnermasse ein allseitig wohl abgegrenztes Mittelstück sternförmigen Chromatophors vorhanden ist. Von diesem um mässig kugelig-eckigen Mittelstück entspringen, allseitig strah schmal bandförmige Fortsätze; die ganze übrige Oberfläche d Mittelstückes aber, die von den Insertionen jener Fortsätze f lassen ist, wird bedeckt durch ovale bis längliche, flach-sche förmige Paramylonkörner, welche dieser Oberfläche des Mittelst unmittelbar anliegen. Da nun die Gestalt dieses Mittelstückes sehr selten eine genau kugelige ist, so schliessen jene Körner nur selten zu einer genau hohlkugeligen (übrigens stets vor Fortsätzen des Chromatophors durchbrochenen) Schicht zusam bilden vielmehr zumeist einen ziemlich unregelmässigen, zuv anscheinend ganz regellosen „Haufen von Paramylonkörnern“, d

1) In meiner citirten Abhandlung (p. 157. Anm. 1) hatte ich mich mit einiger Reserve über die Lagerung der Paramylonkörner innerhalb des losen Protoplasmas ausgesprochen. Es war mir die Entscheidung der Frage diese Körner stets dem farblosen Protoplasma und nicht der grüngel Chromatophoren-Substanz eingebettet seien, nicht ganz über allem Zweifel haben gewesen. Auf Grund meiner fortgesetzten Untersuchungen über die En kann ich aber jetzt mit Bestimmtheit behaupten, dass bei *E. viridis* und bei allen untersuchten Euglenen die Paramylonkörner niemals den Chromatop eingelagert sind, sondern stets ausserhalb derselben in den unmittelbar angr den oder in ferner gelegenen Theilen des Protoplasmas sich finden.

hatte, „ein isolirtes grosses zusammenhängendes Korn darstellt, keine Herde kleinerer Körnchen“.

Diese Angaben von Klebs über das Paramylon von *E. oxyuris* dürften wohl zweifellos dem thatsächlichen Verhalten entsprechen; denn, wie schon oben hervorgehoben ward, es hat mir damals eine ganz andere Spezies vorgelegen, die ich (freilich mit Unrecht) als *E. oxyuris* bestimmte, weil ich sie unter den Abbildungen des Stein'schen Werkes mit keiner anderen Form auch nur annähernd identificiren konnte. Diese Spezies ist, wie sich nachträglich herausgestellt hat, identisch mit *E. geniculata* Duj. Und für diese *E. geniculata* halte ich nun die sämtlichen Angaben, die ich früher über die Paramylonkörner von *E. oxyuris* gemacht habe, vollständig aufrecht.

Die Paramylonkörner der *E. geniculata* erscheinen in körnerarmen Zellen in hohlkugeligen Schichten rings um die Mittelstücke der sternförmigen Chromatophoren angeordnet. Später nimmt die Zahl der Paramylonkörner mehr und mehr zu, indem sich längs der Aussenfläche der bandförmigen Fortsätze jener Chromatophoren immer neue Körner ausbilden. Und schliesslich werden diese letzteren Körner (ob auch die Körner jener Pseudo-Amylumherde, ist mir zweifelhaft geblieben) von ihrer Bildungsstätte abgelöst und in den verschiedensten Abschnitten der ganzen Zelle vertheilt, die nicht selten zuletzt ganz von Paramylonkörnern vollgepfropft erscheint. — Alles dies ist in verhältnissmässig körnerarmen Zellen gewöhnlich schon im lebenden Zustande sehr deutlich zu erkennen, viel deutlicher als bei *E. viridis*. Die vergleichende Untersuchung gehärteten Materials in Glycerin und in ätherischem Oele aber lässt auch bei körnerreichen Individuen an der geschilderten Anordnung der Paramylonkörner gar keinen Zweifel übrig.

Die gesammte Menge der Paramylonkörner von *E. viridis* und *E. geniculata* setzt sich somit aus zweierlei Körnern zusammen, einerseits aus Körnern, welche längs der Oberfläche des pyrenoidhaltigen Mittelstückes, andererseits aus Körnern, welche längs der Aussenfläche der bandförmigen Fortsätze der sternförmigen Chromatophoren ausgebildet werden.

In gleicher Weise findet man nun auch bei *E. granulata*

Paramylonkörner. Ein Paar dieser grossen uhrglasförmig gebogenen Paramylonscheiben entspricht somit einem einzelnen Paramylonhaare von *E. viridis* und *E. geniculata*.

Von diesen Paramylonmassen findet man nun die kleineren vereinzelt Körner sowohl bei *E. viridis* und *E. geniculata*, als auch bei *E. granulata* einerseits der Oberfläche der Chromatophoren fest und unmittelbar anhaftend, andererseits frei im farblosen Protoplasma der Zelle vertheilt und in sämtliche Abschnitte derselben umhergetragen. Das legt die Vermuthung nahe, dass diese Paramylonkörner (ebenso wie die Körner der Florideen- und Phäophyceen-Stärke), die „stets nur ausserhalb der Chromatophoren im Protoplasma selbst und zwar stets nur in denjenigen Theilen des Protoplasmas, welche den Chromatophoren unmittelbar angrenzen“, entstehen, „ihr ferneres Dickenwachsthum bald ebenfalls in unmittelbarer Nähe der Chromatophoren, bald auch, wie es scheint, in entlegeneren Theilen des Protoplasmas“ durchlaufen, dass in beiden Fällen aber ihre Substanz „durch Umwandlung des Protoplasmas selbst“ entstehe. Diese Annahme hatte ich in meiner Abhandlung über die Chromatophoren der Algen wirklich gemacht (p. 157, 159–160), dabei aber ausdrücklich hervorgehoben, dass die Paramylonkörner trotz ihrer Entstehung aus dem Protoplasma der Zelle doch „in ihrer ersten Entstehung“ „von den Chromatophoren abhängig“ seien. Klebs ist in seiner Abhandlung über die Euglenen noch weiter gegangen und behauptet geradezu (l. c. p. 41–42): „so viel lässt sich sicher sagen, dass die Paramylonkörner im Cytoplasma entstehen, nicht, wie die Stärkekörner, in direkter Abhängigkeit der Chlorophyllträger resp. Stärkebildner Schimper's.“

Trotz der Sicherheit, welche diese letztere Behauptung für sich in Anspruch nimmt, muss ich nun zunächst daran festhalten, dass die Paramylonkörner der in Rede stehenden Euglenen stets „in direkter Abhängigkeit der Chlorophyllträger“ entstehen, oder, wie ich früher sagte (l. c. p. 159), „in ihrer ersten Entstehung“ „von den Chromatophoren abhängig“ sind. Bei denjenigen Paramylonkörnern, welche dem pyrenoidhaltigen Mittelstück der Chromatophoren aussen anliegen, kann dies gar keinem Zweifel unterliegen; und für diese gibt auch Klebs (l. c. p. 42) zu, dass dieselben mit den

mentäre Bildungen. Es dürfte deshalb wohl auch nur wenig auffallend erscheinen, dass die Chromatophoren, denen diese Pyrenoide eingelagert sind, in ihrem ganzen Verhalten eine grössere Uebereinstimmung aufweisen mit den pyrenoidfreien Chromatophoren von *E. acus*, *tripteris* u. s. w. als mit den pyrenoidhaltigen Chromatophoren von *E. granulata*, *obtusa* u. s. w. In der That schliesst sich denn auch in der Ausbildung des Paramylons *E. deses* weit mehr den ersteren Formen als den letztgenannten an und soll deshalb auch hier erst im Anschluss an diese letzteren Formen eine nähere Besprechung finden.

Sämmtliche Euglenen mit pyrenoidfreien scheibenförmigen Chromatophoren unterscheiden sich nun von den bisher besprochenen Arten dadurch, dass ihnen die Paramylonheerde vollständig fehlen. Ihre sämtlichen Paramylonkörner entsprechen vielmehr den Einzelkörnern jener ersteren Formen. Während aber bei diesen die Grösse der einzelnen Körner, die zwar auch zuweilen innerhalb desselben Individuums nicht unbeträchtlich schwankt, die mannigfaltigsten Uebergänge aufweist, findet bei den meisten Arten mit pyrenoidfreien Chromatophoren constant ein ziemlich Schroffer Grössenunterschied der sämtlichen Einzelkörner statt. Infolge dieses schroffen Unterschiedes zwischen den grösseren und kleineren Körnern aber fallen die grösseren Einzelkörner, zumal sie vielfach in der Zelle bestimmt lokalisiert sind, zunächst ganz besonders ins Auge und stellen sich auf den ersten Blick als ganz eigenartige Gebilde dar. Allein eine vergleichende Betrachtung der verschiedenen Arten, denen solche grösseren Paramylonkörner eigen sind, zeigt doch vollkommen deutlich, dass dieselben den kleinen Einzelkörnern durchaus analoge Gebilde sind, von diesen sich wesentlich nur durch ihre beträchtlichere Grösse unterscheiden.

Als Beispiel für eine derartige Ausbildung des Paramylons sei hier zunächst *Phacusteres* (Taf. I. Fig. 16) etwas eingehender geschildert.

Bei dieser Spezies liegt auf der Innenseite der Zellhaut des fast drehrunden, vorne abgerundeten, am hinteren Ende spitzen Zellkörpers eine Schicht kleiner rundlich-eckiger Chlorophyllscheibchen,

migen Chromatophoren) die unmittelbare Berührung der Paramylonringe und Chlorophyllscheibchen weit weniger leicht bemerkbar als bei den meisten Amylumkörnern der Phanerogamen die unmittelbare Berührung mit den stärkebildenden Chromatophoren. Doch tritt die Vertheilung der sämtlichen Paramylonringe längs der beiden Seiten der Chlorophyllschicht an solchem Materiale, wie das eben beschriebene, stets sehr deutlich und auffallend hervor. —

Nach einiger Zeit der Kultur hatte sich an demselben Materiale die Menge der kleineren und kleinsten Paramylonringe auf der Innenseite der Chlorophyllschicht deutlich vermehrt, eine Anzahl dieser Ringe aber fand sich in dem farblosen Protoplasma der Zellmitte vertheilt. Offenbar waren hier einzelne Ringe von ihrer Ursprungsstelle an der Innenfläche der Chlorophyllschicht abgelöst und in das angrenzende Protoplasma fortgeführt worden. Denn die Annahme einer Entstehung derselben hier an Ort und Stelle wird ja durch die Thatsache, dass in anderen Zellen sämtliche Paramylonringe constant in unmittelbarer Berührung mit der Chlorophyllschicht anzutreffen sind, als durchaus unwahrscheinlich dargethan und dadurch zur Genüge widerlegt. —

Wenn nun somit der constante Zusammenhang der jüngeren und der Mehrzahl der älteren Paramylonringe mit der Chlorophyllschicht eine Entstehung sämtlicher Ringe längs der Oberfläche der Chlorophyllschicht mit ziemlicher Sicherheit beweist, so ist doch aus den mitgetheilten Thatsachen kein entscheidendes Moment zu entnehmen zur genaueren Beantwortung der Frage nach der ersten Anlage und der weiteren Vergrößerung dieser Körner. Alle vorliegenden Thatsachen sind vortrefflich im Einklang mit der Annahme, dass diese Körner von den Chromatophoren der Chlorophyllschicht (auf Kosten ihrer Substanz) angelegt und durch successive Apposition neuer Substanzschichten verdickt werden. Allein ein beweisendes Moment für diese Annahme ist nicht aufzufinden.

Nur allein die Analogie der Amylumkörner kann auch hier, wie oben bei *E. viridis* und *E. granulata*, dafür geltend gemacht werden, dass diese genannte Hypothese als die wahrscheinlichere hinzustellen sei. Aber auch hier möchte ich mich auf Grund dieser Analogie für diese Hypothese entscheiden.

Es würden demgemäss auch hier ebenso wie bei den zuvor be-

selnde. An den stärker verdickten Ringen erschien der radiale Querschnitt des Rahmens nach aussen flach, gegen das Zellinnere hin gewölbt (Taf. I. Fig. 15), während der Rahmen der dünnsten Ringe stets eine dünne, beiderseits flache Platte darstellte.

Diese grösseren äusseren Paramylonringe waren an den untersuchten Individuen von *Ph. ovum* bald vollständig kreisrund, bald queroval, bald bis zu länglichem Umrisse seitwärts ausgedehnt. In allen Fällen aber bildeten dieselben die Hauptmasse des geformten Paramylons der betreffenden Zellen. Allerdings fanden sich auf der Innenseite der Chlorophyllschicht mehrfach in wechselnder Anzahl ganz kleine Paramylonringe ausgebildet; doch waren diese Ringe in dem untersuchten Materiale allgemein nur sehr wenig entwickelt und ihre Menge im Allgemeinen eine sehr unbedeutende.

Eine eigenthümliche Modifikation der grösseren Paramylonkörper weist dann *Ph. alata* Klebs auf.

Bei dieser Spezies besitzt der Zellkörper die Gestalt einer ovalen, etwas gebogenen Platte, deren etwas verdickte Seitenränder in gleicher Richtung umgebogen und zugleich windschief tordirt sind¹⁾. Der Zellhaut liegt überall eine geschlossene Schicht kleiner rundlicheckiger Chlorophyllscheibchen an. Zwischen diese Chlorophyllschicht und die Zellhaut ist nun an jeder Seite des ovalen Zellkörpers eine grosse flache Paramylonscheibe eingeschaltet; und zwar liegen diese Scheiben stets auf der Aussenseite der Krümmung, durch welche die umgebogenen Seitenränder an den ovalen abgeplatteten Zellkörper ansetzen, in der Mitte.

Diese Paramylonscheiben unterscheiden sich von den äusseren Paramylonringen von *Ph. teres* und *ovum* sehr wesentlich dadurch, dass die Breite des Rahmens bei denselben eine sehr viel grössere ist, als bei den beiden letztgenannten Arten, der mittlere Ausschnitt

1) Der Bau des Zellkörpers von *Ph. alata* lässt sich am besten beschreiben im Anschluss an die Gestalt der sogleich zu besprechenden *Ph. triquetra*. Von den drei flügelartig vorspringenden Kanten des Körpers letzterer Spezies ist nämlich bei *Ph. alata* die Rückenkante fast vollständig oder vollständig unterdrückt, der ganze Körper dadurch fast zu einer flachen Platte geworden. Die beiden sehr stark entwickelten Seitenkanten aber sind etwas windschief gebogen, resp. spiralig tordirt und zugleich gleichsinnig seitwärts umgebogen.

grossen Paramylonscheibe befestigt. Zuweilen auch fehlte derselbe vollständig.

Was ich von der Entwicklung dieses abgeflacht ovalen Paramylonkörpers festzustellen vermochte, weist darauf hin, dass derselbe gewöhnlich auf der Innenseite der Chlorophyllschicht der Rückenfläche angelegt wird als ein länglicher Ring mit engem mittlerem Ausschnitt, mehreren Chlorophyllscheibchen direkt anliegend. Später nimmt er an Dicke wesentlich zu, auch die Breite des Rahmens vergrössert sich und endlich wird der mittlere Ausschnitt vollständig geschlossen. Durch diese Dickenzunahme aber erreicht dieser Paramylonkörper sehr bald die gegenüberliegende Chlorophyllschicht und wird nun auch von dieser her durch Auflagerung von Substanz verdickt, sodass er schliesslich die erwähnte Gestalt eines beiderseits abgeflachten Ellipsoids erhält.

Es entspricht somit dieser kleinere, aber dickere Paramylonkörper von *E. triquetra* einem einzelnen der kleineren inneren Paramylonringe von *Ph. teres*. Dieser kleine innere Ring ist hier sehr frühzeitig angelegt und sehr reichlich ausgebildet worden, während die Ausbildung des (hier nur in Einzahl vorhandenen) grösseren äusseren Ringes, der hier als breite geschlossene Scheibe auftritt, sehr viel langsamer erfolgt, die Anlage weiterer kleiner innerer Ringe aber längere Zeit ganz unterbleibt. Wenigstens habe ich bei zahlreichen Individuen, die jene beiden genannten Paramylonkörper deutlich zeigten, von sonstigen kleinen Paramylonringen an der Innenseite der Chlorophyllschicht nichts bemerkt. In anderen Exemplaren dagegen waren neben jenen beiden grösseren Paramylonkörpern auf der Innenseite der Chlorophyllschicht, derselben dicht anliegend, noch mehr oder minder zahlreiche kleinere Ringe von kreisrundem oder ovalem Umriss ausgebildet worden, ohne jedoch eine besonders ausgiebige Verdickung erfahren zu haben.

Sehr nahe verwandt mit *Ph. triquetra* ist die häufigste Spezies der Gattung *Phacus*, *Ph. pleuronectes* Nitzsch.

Der Zellkörper dieser Spezies besitzt die Gestalt einer dünnen, ovalen, nur wenig gebogenen Platte, deren Bauchfläche fast eben, deren Rückenfläche mit einer schief eingesetzten, mehr oder weniger weit vorspringenden Längsrippe ausgerüstet ist. Von den drei Flügel-

Das Dickenwachsthum dieses Paramylonkörpers führt dann schliesslich dahin, dass seine sich verdickende Innenfläche die Chlorophyllschicht der Rückenseite des Zellkörpers berührt. Weiterhin erscheint dann diese Chlorophyllschicht hier (offenbar durch Auseinanderrücken der Chlorophyllscheibchen) lokal unterbrochen, und bald berührt dann die Innenfläche des Paramylonkörpers auf der Rückenseite des Zellkörpers die Zellhaut selbst. Auf solchem Entwicklungsstadium durchsetzt dann ein cylindrischer, meist an der Seitenfläche ringförmig ausgekehlter Paramylonkörper, in seiner Mitte von einem engen geraden Kanal durchbohrt, als dicker Pfropf den ganzen Zellraum von Zellwand zu Zellwand, die oberflächliche Chlorophyllschicht der Zelle aber erscheint an beiden flachen Seiten des Zellkörpers lokal unterbrochen und überkleidet mittelst mehr oder minder zahlreicher schräg oder senkrecht gestellter Chlorophyllscheibchen die Seitenfläche jenes Paramylonpfropfes (Taf. I. Fig. 5—6).

An diesem verdickten Paramylonkörper vermochte ich von innerer Differenzirung der Substanz kaum eine Andeutung zu erkennen. An unverletzten Paramylonkörpern wird in der Bauchansicht der Zelle stets eine ganze Reihe concentrischer Linien längs des äusseren Randes sichtbar, hervorgerufen durch die unregelmässige ringförmige Auskehlung der Seitenwand. Diese Linien rufen leicht den Anschein einer concentrischen Schichtung der Innenmasse hervor. Eine deutliche concentrische Streifung der Substanz des Paramylonkörpers selbst vermochte ich jedoch nicht zu unterscheiden, und ebensowenig gelang es mir, in der Seitenansicht desselben irgend eine deutliche innere Differenzirung der Substanz zu erkennen.

Dass aber gleichwohl eine solche Differenzirung vorhanden ist, liess sich leicht durch Zerdrücken der ganzen Paramylonkörper feststellen. Hierbei gelang es nämlich leicht, den ganzen kurz-cylindrischen Körper in mehrere, etwas gebogene scheibenförmige Stücke zu zerlegen. Dadurch wird die Annahme einer schichtenweisen Ablagerung der Verdickungsmasse unmittelbar nahegelegt.

Eine solche Schichtung der Verdickungsmasse aber war direkt nicht zu unterscheiden, und auch bei Anwendung von Quellungs-
mitteln wollte mir ein sicherer Nachweis derselben bisher nicht gelingen. Bei langsamem Aufquellen mittelst Schwefelsäure schien nur in der Flächenansicht des Paramylonkörpers eine ganz schwache

deckte. Zuweilen auch fehlte dieser kleinere Paramylonkörper vollständig. In allen Fällen aber waren in den untersuchten Individuen zahlreiche kleinste Paramylonkörner von der Gestalt stark verdickter kreisrunder Ringe oder linsenförmiger, in der Mitte durchbohrter Scheibchen in wechselnder Menge ausgebildet und auf der Innenseite der Chlorophyllschicht in sehr verschiedenartiger Weise verteilt. —

Somit erweist sich die Ausbildung des Paramylons bei der vorliegenden Spezies innerhalb gewisser Grenzen schwankend. Diese Variabilität aber dürfte wohl nur, wie mir scheint, durch die Einflüsse des Standortes bedingt werden. Denn während ich unter zahllosen Individuen der ersteren Art kein einziges auffand, dessen Paramylon in der letztgenannten Weise entwickelt gewesen wäre, fand ich die letztere Gestaltung des Paramylons bei sämtlichen Individuen, die von dem betreffenden Standorte herstammten. Diese Individuen aber waren im Uebrigen durch kein constantes Merkmal von der typischen Form von *Ph. pleuronectes* verschieden, dürften sich also wohl kaum als besondere Varietät dieser Spezies abtrennen lassen.¹⁾ —

Eine ganz analoge Ausbildung der Paramylonkörper wie in der Mehrzahl der Fälle bei *Phacus pleuronectes* fand sich auch bei der nächstverwandten Spezies *Phacus parvula* Klebs und ebenso auch bei der nahestehenden *Ph. longicauda* (Ehbg.) Duj.²⁾. Der Paramylonkörper, der in der Mitte der Bauchfläche des Zellkörpers

1) In dieser Ausbildung des Paramylons stimmt somit die obige Standorts-Varietät von *Ph. pleuronectes* sehr nahe mit *Ph. triquetra* überein. Allein in der Gesamtgestalt des Körpers fand ich beide Formen doch stets deutlich und leicht zu unterscheiden.

2) In seinen Abbildungen von *Ph. longicauda* zeichnet Stein (l. c. Taf. 20. Fig. 1—2) die grossen Paramylonkörper in der Mitte der Bauchfläche als kreisrunde Körper mit schmaler Wandung ganz ebenso wie bei *Ph. pleuronectes* (Taf. 19. Fig. 58, 66). Ich glaube deshalb diese Figuren auch in derselben Weise deuten zu müssen wie bei der letztgenannten Spezies, die innere Conturlinie jenes Körpers demgemäss als durchschimmernden Aussenrand der Verdickungsmasse des Paramylonkörpers auffassen zu sollen. Einen weithumigen Paramylonring, worauf der erste Eindruck der Figur hinweist, habe ich bei *Ph. longicauda* niemals angetroffen, finde einen solchen auch nirgends sonst für diese Spezies erwähnt.

Ich selbst habe mich bisher leider vergeblich bemüht, *E. oxyuris* (eine Spezies, die doch für mich ein ganz besonderes Interesse darbietet) aus eigener Anschauung kennen zu lernen. Unter Berücksichtigung der Analogieen, die mir die zuletzt beschriebenen Formen von *Phacus* und *Euglena* darbieten, glaube ich jedoch gleichwohl mit ziemlicher Sicherheit die Angaben der genannten Autoren dahin zusammenfassen zu dürfen, dass bei *E. oxyuris* gewöhnlich zwei grössere Paramylonkörper von Gestalt ovaler Ringe¹⁾ oberhalb und unterhalb des Zellkerns (wahrscheinlich) auf der Bauchseite des Zellkörpers zwischen Zellhaut und Chlorophyllschicht eingeschaltet sind, neben denen die Ausbildung kleinerer Paramylonkörper auf der Innenseite der Chlorophyllschicht sehr zurücktritt; zuweilen aber unterbleibt die Ausbildung jener Ringe längere Zeit oder auch vollständig, und dann werden auf der Innenseite der Chlorophyllschicht mehr oder minder zahlreiche kleinere Paramylonkörper von seifenstückartiger oder stabförmiger Gestalt entwickelt.

Die kreisrunden Paramylonringe der oben beschriebenen *Phacus*-Arten waren bei den zuletzt besprochenen Euglenen, der beträchtlicheren Längsstreckung des Zellkörpers entsprechend, von Anfang an zu ovaler bis länglicher Gestalt gedehnt. Die Längsdehnung der ursprünglichen ersten Anlage der Paramylonringe kann aber in anderen Fällen noch viel weiter gehen. Aus dem elliptischen Ringe kann durch weitere Längsdehnung ein ganz schmaler langgestreckter Körper werden, an dem nur noch ein schmaler mittlerer Spalt an die typische Ringgestalt erinnert. Oder es kann auch dieser Spalt selbst schliesslich ganz wegfallen, aus dem Ringe ein schmales, etwas abgeplattetes Stäbchen werden, an dem nur zuweilen eine wulstartige Verdickung der Seitenränder an die typische Ringstruktur erinnert. Alsdann erscheinen die Paramylonkörper von Anfang an als schmale, etwas abgeplattete Stäbchen.

1) Diese ovalen Paramylonringe sind den vorhandenen Abbildungen zufolge mehr oder weniger stark zu länglicher Gestalt gedehnt (z. B. Stein l. c. Taf. 20. Fig. 4). Zuweilen erscheinen sie sehr langgestreckt und schmal wie in der Abbildung bei Carter (Ann. and Mag. Nat. Hist. II ser. vol. 18. (1856) Taf. 6. Fig. 87) (unter der offenbar irrthümlichen Benennung *E. spirogyra* Ehrbg. resp. *E. geniculata* Duj. [vergl. Stein l. c. p. 143]).

werden. Bei dieser weitgehenden Aehnlichkeit der beiderlei Gebilde aber ist es nun wohl erlaubt, für die Paramylonkörner die Analogie der Amylumkörner auch in einem Punkte zu verwerthen, der bei den ersteren nicht direkt sich entscheiden lässt, während bei den letzteren eine entscheidende Beweisführung möglich ist. Nun haben aber bekanntlich die Untersuchungen von Dippel¹⁾ und Schimper²⁾ über die Entstehung zusammengesetzter Amylumkörner zur Genüge bewiesen, dass hier die Verdickung durch Apposition neuer Substanzschichten erfolge. Und andererseits kann ja bei denjenigen Amylumkörnern, welche im Inneren von Chromatophoren angelegt und mehr oder weniger vollständig ausgebildet werden, die Entstehung der Substanz auf Kosten der Substanz der Chromatophoren durchaus nicht zweifelhaft sein. Daraus folgt, dass für die Amylumkörner (wenigstens für eine grosse Zahl derselben) die Entstehung aus der Substanz der Chromatophoren und eine Verdickung durch Appositions-Wachsthum vollständig gesichert erscheint. Bei der erwähnten grossen Analogie von Paramylonkörnern und Amylumkörnern aber muss dieser Umstand meines Erachtens für die Theorie der Paramylonkörner sehr wesentlich in's Gewicht fallen und für die obige Hypothese, durch welche, wie gesagt, die beobachteten Thatsachen vortrefflich sich erklären lassen, eine sehr gewichtige Stütze abgeben.

Ich glaube deshalb auf Grund der mitgetheilten Beobachtungen mit grösster Wahrscheinlichkeit die Behauptung aufstellen zu dürfen, dass, wie die Amylumkörner der grünen Pflanzen, so auch die Paramylonkörner der Euglenen von den Chromatophoren (auf Kosten ihrer Substanz) angelegt und durch fortgesetzte Apposition neuer Substanzschichten vergrössert³⁾ werden.

1) Dippel, Das Mikroskop. II. Thl. 1869. p. 26.

2) Schimper, Untersuchungen über das Wachsthum der Stärkekörner. Bot. Ztg. 1881. p. 185 ff., speziell p. 217—223.

3) Betreffs dieser Vergrösserung der einmal angelegten Paramylonkörper lässt sich freilich der obige Satz nicht ohne einigen Vorbehalt aufstellen.

Wie aus der vorstehenden Darstellung sich ergibt, sind zwar in manchen Fällen nicht nur die jüngeren, sondern auch die älteren Entwicklungsstadien der Paramylonkörper ausschliesslich in unmittelbarer Nähe der Chlorophyllkörper

tions parmi les espèces d'eau douce que chez le *Frustulia saxonica*“. Von einer Identität dieser Pyrenoide von *Frustulia* und der „halbkugeligen dichten Plasmamassen zwischen Zellwand und Endochromplatten“, die Pfitzer früher für diese Spezies beschrieben hatte ich jedoch damals nichts erkannt und hatte infolgedessen in der beigefügten kurzen Beschreibung der Chromatophoren¹⁾ auch nichts davon erwähnt.

Infolge der genannten Angabe Pfitzer's habe ich nun *Frustulia saxonica* aufs Neue untersucht und habe ebenso auch die sämtlichen übrigen Gattungen von Süßwasser-Bacillariaceen, bei denen Pfitzer früher jene „dichten kernähnlichen Körper“ beschrieben hatte²⁾, einer genaueren Prüfung unterzogen. Bei dieser Untersuchung aber bin ich zu Resultaten gelangt, die mit der jüngsten Angabe Pfitzer's keineswegs vollständig übereinstimmen. „Die bestimmt geformten Massen dichteren Plasmas“, die Pfitzer früherhin „bei einigen Cymbelleen und Gomphonemceen“ „zwischen Zellwand und Endochromplatte“ beschrieben und abgebildet hatte, haben zumeist mit den Pyrenoiden der betreffenden Spezies gar nichts zu thun, zum Theil entsprechen sie in der That den Pyrenoiden, liegen dann aber nicht, wie Pfitzer angegeben hatte, „zwischen Zellwand und Endochromplatte“, sondern sind im Inneren der Chromatophoren eingeschlossen.

Was zunächst die bereits erwähnte *Frustulia saxonica* betrifft, so finde ich bei dieser Spezies, übereinstimmend mit Pfitzer's früherer Angabe (l. c. p. 59), „zwei den Gürtelbändern anliegende Endochromplatten“, welche in „der Zellmitte von der Wand“ sich entfernen, während eine ungefähr halbkugelige hyaline Plasmamasse an dieser Stelle „zwischen Zellwand und Endochromplatte eingeschaltet“ ist (Taf. I. Fig. 26). Allein ich sehe ausserdem noch den mittleren, einwärts gebogenen Abschnitt der einzelnen Platte deutlich

1) Les cellules du *Frustulia saxonica* renferment deux chromatophores de la forme de la plaque du *Licmophora flabellata*; ils n'y sont pas superposés, mais placés l'un à côté de l'autre.

2) Pfitzer, Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Bacillariaceen. Bonn 1871.

ganz deutlich dem Inneren der Endochromplatte eingelagert, ebenso wie dies bei allen bisher beschriebenen Pyrenoiden der Fall gewesen ist.

Dieses Pyrenoid aber erscheint hier in ganz eigenartiger Gestalt. Zwei flach linsenförmige, etwas gebogene Körper stehen unter einander durch einen kurzen schmalen Strang in Verbindung, ganz ähnlich wie es vielfach bei noch nicht ganz vollendeter Zweitheilung eines einzelnen Pyrenoids beobachtet werden kann. In der That glaube ich denn auch die eigenthümliche Gestalt dieses Pyrenoids als eine unvollendete Theilung, als ein Theilungsstadium, das zum Dauerstadium geworden ist, deuten zu dürfen. Die Zweitheilung des einzelnen Pyrenoids, die hier wie anderwärts der Zweitheilung der ganzen Zelle vorangeht, wird hier sehr frühzeitig begonnen, aber nur sehr langsam zu Ende geführt, sodass fast in sämtlichen freischwimmenden Einzel-Individuen das unvollständig getheilte Doppel-Pyrenoid sichtbar ist und nur kurz vor der Zweitheilung der Zelle die Zweitheilung des Pyrenoids zum Abschluss gebracht wird. —

Ausser bei den bisher besprochenen Gattungen hat Pfitzer schliesslich noch für einige Gomphonemeen „dichte Plasmakörper zwischen Zellwand und Endochromplatte“ beschrieben (l. c. p. 89). Nach seiner Angabe besitzen die Arten von Gomphonema und Sphenella eine einzelne Endochromplatte, deren Mittellinie der einen Gürtelbandseite anliegt, und in der Mitte dieser Gürtelbandseite ein einzelnes querlaufendes dichteres Plasmaband, das nach der beigefügten Abbildung (Taf. 3. Fig. 11g₁, Gomphonema constrictum Ehrbg.) über die ganze Breite der Gürtelbandseite hinüberreicht.

Mir selbst ist es leider nicht möglich gewesen, die Spezies von Gomphonema, welche in Pfitzer's Abbildung (Taf. 3. Fig. 11) dargestellt ist, genauer zu untersuchen. Ich muss es deshalb dahingestellt lassen, ob das querlaufende hyaline Plasmaband, das diese Abbildung (Fig. 11g₁) zeigt, dieselbe Bedeutung besitzt wie das querlaufende Plasmaband der Fig. 11. Taf. 4 (Cymbella gastroides), d. h. einer querlaufenden Einbiegung der Endochromplatte entspricht. Doch glaube ich dies nach Analogie anderer Arten von Gomphonema, die ich selbst untersuchen konnte, annehmen zu dürfen.

Ich selbst habe nämlich im Laufe des letzten Sommers und Herbstes wiederholt verschiedene Arten von Gomphonema unter-

Abbildungen Fig. 23—24 der Taf. I. entnommen sind, *Gomphonema dichotomum* Ktz. (wenn anders die Bestimmung, die ich mit unzureichenden Hilfsmitteln während eines Ferien-Aufenthaltes in Cleve ausführen musste, richtig ist), bei der das Pyrenoid namentlich in der Gürtelband-Ansicht der lebenden Zelle aufs Deutlichste hervortrat. Zu den ersteren Arten aber dürfte wohl *G. constrictum*, die Art, die Pfitzer (l. c.) abgebildet hat, zu rechnen sein, da seine Abbildungen (Taf. 3. Fig. 11) entschieden für diese Deutung sprechen, dieselbe Gestaltung des Chromatophors, die diese Abbildungen zur Darstellung bringen, aber auch bei anderen Spezies von *Gomphonema* constatirt werden konnte.

Die vorstehende Darstellung hat hiermit die sämtlichen Gattungen von Süsswasser-Bacillariaceen, bei denen Pfitzer „dichte Plasmamassen zwischen Zellwand und Endochromplatte“ beschrieben hatte, berücksichtigt. Diese dichteren Plasmamassen erwiesen sich in der grössten Mehrzahl der Fälle als Abschnitte des farblosen Zell-Protoplasmas, welche lokalen Einbiegungen der Chromatophoren-Platte entsprechen. In einigen Fällen stellten sie wirklich Pyrenoide dar; allein diese waren dann stets der Chromatophoren-Platte eingelagert, nicht aufgelagert, also nicht, wie Pfitzer früher beschrieben hatte, „zwischen Zellwand und Endochromplatte eingeschaltet“. Dadurch aber wird Pfitzer's letzte Angabe, bei einigen Süsswasser-Bacillariaceen seien die Pyrenoide bereits 1872 von ihm „als bestimmt geformte Massen dichteren Plasmas beschrieben und abgebildet worden“¹⁾, nicht unwesentlich modifizirt.

Vor allem aber wird dadurch das Vorkommen aufgelagerter Pyrenoide, das durch diese Angabe Pfitzer's für die genannten Süss-

bei Gattungen mit wandständigen pyrenoidhaltigen Chromatophoren beobachten. Und meist ist damit auch eine bald reichlichere, bald weniger reichliche Ausbildung des Pyrenoids selbst verbunden, indem mit einer stärkeren Einbiegung des verdickten Chromatophoren-Mittelstücks meist eine beträchtlichere Grösse und eine bedeutendere Dichte des Pyrenoids Hand in Hand geht.

1) Einige jener farblosen Protoplasma-Massen, die Pfitzer hier beschrieben hat, und zwar die betreffenden Protoplasma-Massen von *Cocconema*, sind bereits, wie auch Pfitzer selbst (l. c. p. 79) hervorgehoben hat, von Ehrenberg (Infusionsthierchen als vollkommene Organismen p. 223) erwähnt und mit einigem Vorbehalt als Samendrüsen gedeutet worden.

wasser-Bacillariaceen behauptet worden war, als irrthümlich nachgewiesen und gezeigt, dass auch bei diesen Süßwasser-Bacillariaceen¹⁾ die Pyrenoide stets im Inneren der Chromatophoren-Substanz eingeschlossen, niemals den Chromatophoren aussen aufgelagert sind.

IV. Bau und Funktion der Pyrenoide.

Den mitgetheilten Beobachtungen zufolge haben sich also die bisher beschriebenen Fälle oberflächlicher nackter Pyrenoide sämtlich als irrthümlich herausgestellt; so weit bis jetzt die Thatsachen vorliegen, sind die Pyrenoide stets im Inneren der Chromatophoren eingeschlossen. Meinen früheren Angaben über das Vorkommen der Pyrenoide sind somit keine besonderen Zusätze beizufügen. Wohl aber glaube ich, nach einer anderen Richtung hin die bisherige Kenntniss der Chromatophoren erweitern zu können.

Ich hatte bereits früher (Chromatophoren der Algen p. 50—51) darauf aufmerksam gemacht, dass der Grad der Lichtbrechung und die Substanzmenge der Pyrenoide lebender Algenzellen bei verschiedenen Arten eine sehr verschiedene sei, dass ferner vielfach bei derselben Alge die Pyrenoide zu verschiedenen Zeiten in sehr verschie-

1) Ausser den Arten der hier besprochenen Gattungen führen übrigens auch noch andere Süßwasser-Bacillariaceen Pyrenoide in ihren Chromatophoren. So fand ich z. B. bei einigen Formen von *Surirella* in dem einzelnen plattenförmigen Chromatophor, das vom Rande her durch zahlreiche Einschnitte in sehr unregelmässiger Weise zertheilt und zerschlitzt war, zahlreiche sehr kleine Pyrenoide eingelagert, die in solcher Weise über die Fläche der vielfach zerschnittenen Chromatophoren-Platte sich vertheilten, dass jeder Lappen in seiner Mitte ein einzelnes Pyrenoid enthielt. Bei anderen Arten derselben Gattung mit wenig zerschnittener Chromatophoren-Platte suchte ich bisher vergeblich nach Pyrenoiden.

Uebrigens darf es wohl der speziellen Bacillariaceen-Forschung überlassen bleiben, die Verbreitung der Pyrenoide bei den einzelnen Arten genauer zu verfolgen, ebenso wie die mannigfaltig variirte Gestaltung der Chromatophoren für die einzelnen Spezies eingehender festzustellen, wozu durch Pfitzer's Arbeiten ja ein so vortrefflicher Anfang gemacht ist.

denem Grade deutlich sind. In Zellen, deren Chromatophoren gewöhnlich sehr deutliche, glänzende Pyrenoide enthalten, werden zeitweise (namentlich bei der Entwicklung der Zoosporen) diese letzteren sehr undeutlich und äusserst schwierig erkennbar. Offenbar nimmt dabei die Substanzmenge der Pyrenoide mehr und mehr ab; doch ging in den sämtlichen beobachteten Fällen diese Abnahme der Substanzmenge niemals bis zum völligen Schwinden des Pyrenoides fort, mehr oder minder leicht hatte ich die Pyrenoide in allen Entwicklungsstadien der Zellen nachzuweisen vermocht.

Bei dieser Angabe hatte ich es unterlassen, ausdrücklich hervorzuheben, dass bei der Abnahme der Substanzmenge der Pyrenoide die bisherige Grösse derselben im Wesentlichen erhalten bleibe. Die Angabe, die Pyrenoide würden undeutlicher und nur schwierig erkennbar, blieben aber stets als solche erhalten, sprach ja schon deutlich genug die Thatsache aus, dass es sich hier im Wesentlichen um eine gleichmässige Verringerung der Substanzmenge im ganzen Pyrenoid, nicht um eine Verkleinerung des letzteren durch lokale Auflösung der peripherischen Substanzschichten wie etwa bei einem Krystalle handele. Doch sei dies hier nochmals ausdrücklich hervorgehoben und bemerkt, dass in den bisher beobachteten Fällen die Pyrenoide in ihrer ganzen Ausdehnung an Glanz und Dichte abnehmen, ohne an ihrer bisherigen Grösse wesentlichen Abbruch zu erleiden. Inwieweit dabei gleichzeitig eine geringe Abnahme der bisherigen Grösse stattfindet, mag dahin gestellt bleiben. Es war mir bisher nicht möglich, ein einzelnes Pyrenoid direkt zu verfolgen; ohne eine solche direkte Beobachtung aber ist bei der verschiedenen Grösse, die den einzelnen Pyrenoiden stets eigen ist, eine geringe Grössenabnahme derselben nicht mit Sicherheit festzustellen.

Eine solche sehr wechselnde Dichte und Deutlichkeit hatte ich speciell auch für die Pyrenoide von *Euglena viridis* hervorgehoben und ausdrücklich bemerkt, dass bei dieser Spezies die Pyrenoide „nur zuweilen durch stärkere Lichtbrechung von der umgebenden Substanz des Chromatophors sich deutlich abheben“. In den vorstehenden Mittheilungen sind nun noch einige weitere Beispiele von Pyrenoiden, die zumeist nur wenig deutlich hervortreten, beschrieben worden (*E. mutabilis*, *deses*, *olivacea*, die kleineren *Cymbella*-Formen). Eine genauere Untersuchung dieser Pyrenoide aber zeigte,

Pyrenoiden gegen ihre Umgebung ab, um so mehr stimmen sie in ihrem ganzen morphologischen und chemischen Verhalten mit der angrenzenden Chromatophoren-Substanz überein (wie dies mehrere der oben beschriebenen Beispiele von Euglenen und Bacillariaceen (z. B. *E. viridis*, *olivacea*) aufs deutlichste darthun). Je reichlicher aber die spezifische Pyrenoid-Substanz in dem einzelnen Pyrenoid angehäuft ist, um so deutlicher und schärfer tritt dieses als selbständiger, stark lichtbrechender und farbloser Körper hervor, und um so mehr erscheinen die Eigenschaften dieser Pyrenoid-Substanz für das gesammte Verhalten des Pyrenoids chemischen Agentien gegenüber bestimmend und maassgebend.

Darnach wäre also in dem einzelnen Pyrenoid eine Grundsubstanz vorhanden, die mit der Grundsubstanz der umgebenden Chromatophoren-Abschnitte durchaus übereinstimmt und nur etwa durch geringere Dichte von derselben sich unterscheidet. Diese Grundsubstanz wäre in den substanzarmen Pyrenoiden nur durch geringe Beimengungen verdeckt und müsste hier ziemlich leicht nachweisbar sein: in der That erwies sich ja auch die Masse der substanzarmen Pyrenoiden mancher Euglenen in ihren Färbungsreaktionen nur wenig unterschieden von der Grundsubstanz der umgebenden Chromatophoren-Abschnitte. In den dichten, glänzenden Pyrenoiden mit reichlicher Ablagerung von Pyrenoid-Substanz aber würde diese Grundsubstanz sehr zurücktreten gegen diese letztere Substanz: und in der That ist es auch in Pyrenoiden dieser letzteren Art bisher noch nicht möglich, das Vorhandensein dieser Grundsubstanz direkt nachzuweisen. Durch den Einfluss härtender Reagentien coagulirt in diesen letzteren Fällen das ganze Pyrenoid zu einem einheitlichen Körper, der bisher eine bestimmte feinere Struktur (wie sie doch die Grundsubstanz desselben auch hier besitzen müsste) noch nicht mit Sicherheit erkennen liess und in seinem chemischen Verhalten sich nicht unwesentlich von der Grundsubstanz des umgebenden Chromatophors unterscheidet.

Leider fehlt es nun bisher noch vollständig an einem Lösungsmittel dieser Pyrenoid-Substanz, das ausschliesslich diese Substanz aus den Pyrenoiden herauszulösen geeignet wäre. Die bisherigen Lösungsmittel lösen sämmtlich die Pyrenoiden, namentlich die dichten, substanzreicheren, vollständig auf, ohne ein Gerüste von Chro-

matophoren-Grundsubstanz zu hinterlassen. Dies beweist freilich gegen das Vorhandensein einer solchen Grundsubstanz, die ja von der eingelagerten Pyrenoid-Substanz mit in Lösung übergeführt werden könnte, ganz und gar nichts. Allein es macht doch den Versuch, diese Grundsubstanz überall in den Pyrenoiden direkt darzustellen und damit die Richtigkeit der vorstehenden Hypothese direkt zu beweisen, vorläufig unmöglich. Andererseits aber ist die vorstehende Hypothese vortrefflich geeignet, die Gesammtheit der vorliegenden Thatsachen unter einen einzelnen Gesichtspunkt zusammenzufassen und dieselben zu erklären, während keine bisher bekannte Thatsache derselben widerstrebt. Dadurch erhält diese Hypothese meines Erachtens einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit, und stehe ich deshalb nicht an, dieselbe hier meiner weiteren Darstellung zu Grunde zu legen. —

Dieser Anschauung zufolge würde also eine besondere, spezifische Pyrenoid-Substanz anzunehmen sein, die am reinsten in den dichtesten und glänzendsten Pyrenoiden anzutreffen wäre, deren spezifische Eigenschaften am reinsten in den Eigenschaften dieser Pyrenoide hervorträten. Ja, es wäre jener Anschauungsweise zufolge gar nicht unmöglich, dass in einzelnen sehr stark glänzenden und dichten Pyrenoiden die Grundsubstanz an Masse ausserordentlich zurückträte, die spezifische Pyrenoid-Substanz so sehr überwöge, dass diese Pyrenoide fast als Tropfen reiner Pyrenoid-Substanz anzusehen seien, die chemischen Eigenschaften derselben also fast direkt als die chemischen Eigenschaften der Pyrenoid-Substanz angesehen werden könnten. Da jedoch bisher noch kein Mittel bekannt ist, im einzelnen Falle bei sehr dichten und glänzenden Pyrenoiden bestimmt festzustellen, ob viel oder wenig Grundsubstanz der Pyrenoid-Substanz beigemischt ist und die Eigenschaften der letzteren modifizirt, so erscheint es bis jetzt noch nicht ausführbar, mit Sicherheit die Eigenschaften dieser Pyrenoid-Substanz zu ermitteln, zumal die dichten glänzenden Pyrenoide verschiedener Algen, wie ich bereits früher (l. c. p. 51—53) hervorgehoben habe, in ihrem chemischen Verhalten nicht unbeträchtlich variiren. Doch geht, wie ich ebenfalls bereits (l. c. p. 55—56) hervorgehoben habe, aus der grossen Analogie der Pyrenoide und der Chromatinkörper (resp. der Nukleolen) der Zellkerne soviel wohl mit einiger Bestimmtheit hervor, dass die

Pyrenoid-Substanz der spezifischen Substanz der Chromatinkörper sehr nahe steht und der gleichen Stoffgruppe wie diese zugehört mit demselben Rechte wie diese zu den Nuklein-Substanzen gerechnet werden muss, wenn auch vielleicht in den Pyrenoiden verschiedener Spezies verschiedene Nukleine vorliegen mögen.¹⁾

1) Diesen Schluss glaubte ich in meiner Abhandlung über die Chromatophoren der Algen aus den vorliegenden Thatsachen ziehen zu müssen, obwohl eine spezielle chemische Untersuchung der Pyrenoide damals nicht in meine Absicht gelegen hatte. Ich gehe auch jetzt nicht ausführlicher auf diese letztere Frage ein. Allein zu einer kurzen Erörterung einzelner chemischer und physikalischer Eigenschaften der Pyrenoide sehe ich mich durch die Besprechung der Pyrenoide von Spirogyra, die Arthur Meyer jüngst seinem Aufsätze „Ueber Krystalloide der Trophoplasten und über die Chromoplasten der Angiospermen“ (Bot. Zeitung 1883 p. 493—494) eingeschaltet hat, veranlasst.

In dieser Besprechung zählt Arthur Meyer eine Reihe von chemischen und physikalischen Eigenschaften der Pyrenoide von Spirogyra auf, von denen er zwei meiner genannten Abhandlung entnimmt, acht andere aber neu hinzufügt. Von diesen acht Nummern bildet zunächst Nr. 5 „die Pyrenoide sind farblos und homogen“ bereits den Inhalt einer ausführlichen Erörterung in meiner Abhandlung (p. 46—50); ebenso ist die intensive Tingirbarkeit (mittels Pikrinsäure) gehärteter Pyrenoide durch „Alauncochenille“ und „Nigrosin-pikrinsäure“ (Nr. 7) nur eine spezielle Anwendung meiner allgemeinen Angabe (p. 54—55), dass die Pyrenoide durch die spezifischen Färbungsmittel der Chromatinkörper der Zellkerne „(Hämatoxylin, Karmin u. s. w.) sehr leicht und sehr intensiv“ gefärbt werden.

Sehr interessant war mir die Angabe von Nr. 3 und 4, dass Pyrenoide, die in Alkohol gehärtet sind, durch Kalilauge gelöst werden, solche dagegen, die in einer Lösung von Quecksilberchlorid in absolutem Alkohol gehärtet wurden, durch Kalilauge nicht mehr aufgelöst werden. Ich kann die erstere Angabe für Pyrenoide, die kurze Zeit (ca. 18 Stunden) in Alkohol gehärtet worden sind, durchaus bestätigen. Ausserdem aber kann ich noch hinzusetzen, dass Pyrenoide, die mittelst Pikrinsäure (ca. 18—24 Stunden lang) gehärtet wurden, kurze Zeit nach dem Auswaschen in Wasser durch Chloralhydratlösung und durch Essigsäure (man gestatte mir diesen bewährten prosaischen Namen an Stelle des poetischen Ausdrucks „Eisessig“!), wie Meyer in Nr. 8 behauptet, und ebenso auch durch Kalilauge aufgequellt und gelöst werden, dagegen nach längerem (tagelanger) Liegen in Wasser weder durch Kalilauge, noch durch Essigsäure oder Chloralhydratlösung aufgelöst werden; selbst mehrtägiges Einlegen in concentrirte Essigsäure oder in Chloralhydratlösung vermochte die Pyrenoide nicht zur Lösung bringen.

Die Angabe von Nr. 6, wonach die Pyrenoide doppelbrechend sein sollen, hat mir sehr viel Zeit gekostet. Ich habe die nackten Pyrenoide verschiedener lebender Algen untersucht, sowohl solche, die stets nackt sind (Bangia, Cybella), als auch solche, die nur zeitweilig nackt sind (Urospora, Spirogyra) und habe ferner die nackten Pyrenoide der verschiedensten gehärteten Algen geprüft.

Andererseits erscheint es der vorgetragenen Anschauungsweise durchaus entsprechend, dass (wie es ja thatsächlich vielfach stattfindet) zeitweise die Menge der abgelagerten Pyrenoid-Substanz in dem einzelnen Pyrenoid eine sehr geringe sei, sodass dieses nur schwierig oder fast gar nicht von der Umgebung zu unterscheiden ist. Nahe verwandte Spezies können ferner hinsichtlich der Menge eingelagerter Pyrenoid-Substanz ihrer Pyrenoide wesentliche Unterschiede aufweisen, wie z. B. unter den oben beschriebenen Euglenen die *E. granulata* und *gracilis* in ihren Pyrenoiden weit reichlicher Pyrenoid-Substanz abgelagert enthalten, als die beschriebene

scheinlichkeit nach (vergl. Chromatophoren p. 47 ff.) im Inneren nicht homogen. Ich kann somit Meyer nur insoweit beistimmen, als ich ebenfalls eine chemische Uebereinstimmung der Pyrenoide und der genannten Krystalloide annehmen möchte. Eine physikalische Uebereinstimmung derselben aber muss ich in Abrede stellen.

Welcher Art nun diese Substanz der Pyrenoide und jener Krystalloide sei, darüber hat Meyer sich nur in Bezug auf die Krystalloide näher ausgesprochen. Schimper hatte in einer kurzen Mittheilung (Botanisches Centralblatt 1882. XII. p. 177 u. 178) die Krystalloide von *Canna*, *Phajus* u. s. w. als Krystalle „aus lebensfähigem Plasma“ bezeichnet und hatte darauf in einer ausführlicheren Arbeit (Bot. Zeitung 1883. p. 154) ausdrücklich gesagt: „Das Eiweiss zahlreicher Plastiden tritt in der lebenden Zelle, theilweise oder ganz, vorübergehend oder dauernd, aus dem lebenden in den krystallisirten Zustand über“. „Ihrer chemischen Zusammensetzung nach sind“ diese Krystalle „jedenfalls mit lebendem Plasma nahe verwandt; sie vermögen nämlich direkt in solches überzugehen, ohne, wie die Proteinkrystalle der Samen, zuerst gelöst und in das Zellplasma aufgenommen zu werden, und ohne, wenigstens anfangs, ihre Krystallgestalt ganz aufzugeben.“

Dieser Deutung von Schimper gegenüber betont Arthur Meyer (l. c. p. 491—492), dass diese Krystalle einfache Proteinkrystalle darstellen, die vom Protoplasma sich wesentlich unterscheiden, die nicht direkt in lebendes Plasma übergehen, sondern wie andere geformte Reservestoffe erst gelöst werden müssen, bevor sie innerhalb des lebenden Protoplasmas weitere Verwendung finden. Ueber die speziellere Natur dieser Proteinstoffe spricht sich Meyer jedoch nicht näher aus, ebensowenig wie er sich genauer über die substantielle Natur der Pyrenoide von *Spirogyra* äussert.

Ich selbst hatte, wie oben gesagt, schon früher hervorgehoben (Chromatophoren der Algen p. 56 Anm. 1), dass die Pyrenoide ihrer Substanz nach den Chromatinkörpern der Zellkerne durchaus analog seien und voraussichtlich ebenso wie diese als nukleinartige Körper angesprochen werden müssen. Ich möchte dementsprechend nunmehr auch die genannten Krystalle für Krystalle einer Nukleinsubstanz ansehen. — Eine genauere chemische Untersuchung wird über die Richtigkeit dieser Hypothese entscheiden müssen.

typische Form von *E. deserti* mit sehr wenig deutlichen Pyrenoiden. Ja es können selbst die allernächsten Verwandten in dieser *E. deserti* Verschiedenheiten aufweisen, wie die eben genannte *E. deserti* die nächstverwandte *E. intermedia*, deren Chromatophoren Klebs (l. c. p. 73—74) der Pyrenoiden vollständig entbehren.

Thatsächlich fehlen nun auch bei sehr vielen Chromatophoren die Pyrenoiden gänzlich oder sind wenigstens in keiner Weise nachzuweisen, weder als besondere abgegrenzte Abschnitte der Chromatophoren, die durch eigenartige Struktur von der Umgebung verschieden wären, noch als lokale Anhäufungen einer Substanz, von der umgebenden Substanz durch physikalische oder chemische Eigenschaften sich unterscheiden liesse. Dies kann nun der gegenwärtigen Anschauungsweise entsprechend entweder darin seinen Grund haben, dass Pyrenoid-Substanz in diesen Chromatophoren überhaupt nicht ausgebildet wird, und dann natürlich auch bestimmte Abschnitte der Chromatophoren als Ablagerungen dieser Substanz besonders ausgestaltet werden; oder es kann auch darauf beruhen, dass die gebildete Pyrenoid-Substanz gleichmässig in dem ganzen Chromatophor vertheilt, ohne an irgend welchen Stellen in grösserer Menge oder ausschliesslich abgelagert zu werden. Eine direkte Entscheidung dieser Frage ist nicht möglich, so lange kein Mittel bekannt ist, kleine Mengen der Pyrenoid-Substanz direkt mit Sicherheit nachzuweisen. Die bisherigen Färbemethoden erlauben eben nur, das Vorhandensein von Pyrenoid-Substanz da festzustellen, wo dieselbe in grösserer Menge abgelagert ist, d. i. in den Pyrenoiden; sie geben aber gar keine bestimmte Antwort auf die Frage, ob dieselbe Substanz in geringer Menge, aber in gleichmässiger Vertheilung auch in den übrigen Abschnitten der pyrenoidhaltigen Chromatophoren vorhanden sei, die ganze Masse pyrenoidfreier Chromatophoren durchdringe. Diese Frage schliesslich in positivem Sinne beantwortet werden würde damit die Kluft zwischen pyrenoidhaltigen und pyrenoidfreien Chromatophoren (und, wie schon erwähnt, kommen solche bei nächstverwandten Spezies derselben Gattung vor) in sehr einleuchtender und leicht verständlicher Weise überbrückt. Sollte jedoch die endgültige Entscheidung auf diese Frage negativ ausfallen, so würde die tiefe Kluft die beiderlei Chromatophoren trennen, da das

handensein oder Fehlen von Pyrenoiden dann auf wesentliche Differenzen in der chemischen Thätigkeit der Chromatophoren hinweisen würde. Vor der Hand aber ist wenigstens die Möglichkeit einer Beantwortung jener Frage in ersterem Sinne nicht ausgeschlossen, wenn auch für jetzt kaum Momente aufzufinden sein dürften, welche für diese Möglichkeit eine grössere Wahrscheinlichkeit ergeben als für die entgegengesetzte¹⁾. —

Der vorgetragenen Auffassung vom Bau der Pyrenoide entsprechend können endlich Pyrenoide an den verschiedensten Abschnitten der Chromatophoren angelegt werden. Es kann ja doch nach dieser Auffassung Pyrenoid-Substanz eben so gut in einem inneren Abschnitt des Chromatophors abgelagert werden als auch in einem oberflächlichen Theile desselben. Im letzteren Falle würde es zur Bildung oberflächlicher Pyrenoide kommen, im ersteren würden die gebildeten Pyrenoide im Inneren der Chromatophoren eingeschlossen sein. Thatsächlich sind nun, wie oben nachgewiesen ward, bisher nur Pyrenoide der letzteren Art beobachtet worden; allein die Möglichkeit des Vorkommens oberflächlicher, den Chromatophoren aufgelagerter Pyrenoide kann der ganzen Auffassungsweise zufolge durchaus nicht in Abrede gestellt werden. Allerdings dürfte, wenn diese Auffassungsweise die richtige ist, die Grenze zwischen aufgelagerten und eingelagerten Pyrenoiden sehr schwer zu ziehen sein. Denn auch bei aufgelagerten Pyrenoiden, bei denen also einem oberflächlichen Abschnitt des Pyrenoids Pyrenoid-Substanz in reichlicherer Menge eingelagert ist, dürfte aller Analogie nach anzunehmen sein, dass die oberflächlichste Schicht dieses Abschnittes als Grenzschrift von Einlagerung völlig oder fast völlig frei bleibt. Eine solche Grenzschrift des Pyrenoids aber wäre dann (falls nicht etwa das ganze aufgelagerte Pyrenoid von dem Chromatophor als Ganzes sich abtrennen und selbständig zur Contraktion sich bringen lässt) von einer dünnen umhüllenden Schicht des Chromatophors nicht anders als durch ihre Dicke zu unterscheiden, und

1) Vielleicht möchte die Thatsache, dass in den Chromatophoren mancher Monokotylen zeitweise Krystalloide ausgebildet werden, sehr dafür sprechen, dass eine gewisse Menge von Pyrenoid-Substanz stets das ganze Chromatophor gleichmässig durchdringt und nur zeitweise bei sehr reichlicher Anhäufung in Gestalt von Krystalloiden sich ausscheidet.

hier wäre dann dem subjektiven Ermessen ganz allein die Entscheidung, ob ein aufgelagertes oder eingelagertes Pyrenoid vorhanden sei, anheimgestellt. Jedenfalls aber kann bei dieser ganzen Anschauungsweise ein wesentlicher Unterschied zwischen aufgelagerten und eingelagerten Pyrenoiden nicht obwalten, aufgelagerte Pyrenoide erscheinen darnach ebensowohl möglich wie eingelagerte, welch' letzterer Art die bisher wirklich beobachteten Pyrenoide allerdings ausnahmslos angehören. —

Durch die vorstehende Auffassung vom Bau der Pyrenoide wird nun auch die Frage nach der Bedeutung und Funktion dieser Gebilde einer Prüfung sehr viel mehr zugänglich gemacht, als dies bisher der Fall war. In meiner Abhandlung über die Chromatophoren der Algen hatte ich diese Frage nach der Funktion der Pyrenoide gänzlich unentschieden gelassen, da die vorliegenden That-sachen sich ebensowohl mit der Annahme vereinigen liessen, dass die Substanz der Pyrenoide „eine leblose Reservesubstanz“ darstelle, als auch mit der Annahme, dass die Pyrenoide „einen Theil, ein Organ des lebendigen Leibes“ der Chromatophoren bilden (p. 65—66). Doch schien mir allerdings die Thatsache, dass die Pyrenoide während der ganzen Lebensdauer der Chromatophoren niemals vollständig aufgelöst werden, wenn sie auch noch so sehr an Substanzmenge abnehmen, gar sehr dafür zu sprechen, „dass die Pyrenoide nicht leblose Inhaitskörper der Chromatophoren, etwa geformte und aufgespeicherte Reservestoffe, darstellen, sondern vielmehr aktiv lebendige und wesentliche Theile dieser Chromatophoren, die an der Lebens-thätigkeit derselben einen wesentlichen und wichtigen Antheil nehmen“ (p. 140).

Die obige Auffassung vom Aufbau der Pyrenoide erlaubt nun, der Entscheidung dieser Frage hier etwas näher zu treten. Wie oben dargelegt ward, bestehen die Pyrenoide aus einem Abschnitt des Chromatophors, welchem Pyrenoid-Substanz in mehr oder minder reichlicher Menge eingelagert ist.¹⁾ Damit ist für jedes Pyrenoid

1) In welcher Weise diese Pyrenoid-Substanz der Grundsubstanz des Chromatophors, die meiner Auffassung nach eine netzfibrilläre Struktur besitzt, eingelagert sein mag, darüber lässt sich zur Zeit noch nichts Bestimmtes aussagen

eine Grundlage aus aktiv lebendiger Substanz, eben der Chromatophoren-Substanz selbst, gegeben, welche zur Erklärung aller der Erscheinungen, die an den Pyrenoiden auf eine lebendige Substanz hinweisen, vollkommen ausreicht. Beobachtet man ja doch an den Pyrenoiden niemals andere Lebenserscheinungen als an den Chromatophoren selbst. Und da nun das Vorhandensein von Chromatophoren-Substanz in den Pyrenoiden, wie oben dargethan ward, höchst wahrscheinlich ist, diese lebendige Substanz zur Erklärung aller Lebenserscheinungen der Pyrenoide aber vollkommen ausreicht, so erscheint die Annahme einer zweiten aktiv lebendigen Substanz in den Pyrenoiden durchaus überflüssig.

Ohnedies würde ja auch die Deutung der Pyrenoid-Substanz als aktiv lebendiger Substanz einen nicht unwesentlichen Unterschied zwischen den Pflanzen mit pyrenoidhaltigen und denjenigen mit pyrenoidfreien Chromatophoren statuieren, da bei dieser Auffassung den ersteren eine besondere, aktiv lebendige Substanz eigen sein würde, welche bei den letzteren (die ja nicht selten denselben Gattungen wie die ersteren angehören) vollständig fehlt oder doch wenigstens bisher nicht nachzuweisen ist. Ein solcher wesentlicher Unterschied nächstverwandter Pflanzen aber dürfte doch wohl kaum wahrscheinlich erscheinen.

Diese ganze Schwierigkeit aber fällt vollständig hinweg, wenn man von jener, wie gesagt, ganz überflüssigen Auffassung der Py-

Es wäre möglich, dass die Pyrenoid-Substanz die Zwischenräume zwischen den Fibrillen des unveränderten oder ein wenig aufgelockerten Gerüstwerkes des Chromatophors erfüllte. Wahrscheinlicher aber will mir die andere Annahme dünken, dass die Pyrenoid-Substanz die Fibrillen selbst durchtränkt, in einzelnen Abschnitten dieser Fibrillen (vielleicht nur im Inneren einzelner Abschnitte) der Substanz derselben beigemischt ist. In diesem Falle könnten dann die einzelnen Pyrenoide vielleicht nur stark angeschwollene, mit Pyrenoid-Substanz erfüllte Abschnitte einzelner Fibrillen darstellen (dann könnte natürlich von einem Gerüst der Chromatophoren-Grundsubstanz in dem einzelnen Pyrenoid nicht die Rede sein). Oder (und dies erscheint mir weit wahrscheinlicher) ein ganzer Abschnitt des Fibrillengerüstes des einzelnen Chromatophors wird zum Pyrenoid, indem seine sämtlichen Fibrillen unter Einlagerung von Pyrenoid-Substanz sich verdicken und seitlich mit einander zu mehr oder weniger lückenlosem Verbande zusammenschliessen. Die deutlich netzige Struktur, die zuweilen, wie oben (p. 22) erwähnt, an gut gehärteten Pyrenoiden sichtbar ist, möchte sehr für diese letztere Annahme sprechen.

renoid-Substanz als aktiv lebendiger Substanz ganz absieht und ausschliesslich die Chromatophoren-Substanz als aktiv lebendige Substanz, als lebendige Grundlage der Pyrenoide betrachtet. Ich sehe daher in der eingelagerten Pyrenoid-Substanz keine lebendige Masse, die an der Lebensthätigkeit der Chromatophoren aktiven Antheil nähme, sondern erkenne in dieser Pyrenoid-Substanz nur einen Arbeitsstoff, der von der lebendigen, aktiv thätigen Grundsubstanz der Chromatophoren verbraucht und verarbeitet wird, zum Zwecke dieses Verbrauches aber bei den Pflanzen mit pyrenoidhaltigen Chromatophoren in den Pyrenoiden in grösserer Menge zeitweilig aufgespeichert wird. Ich sehe entsprechend in dem einzelnen Pyrenoid einen Abschnitt des lebendigen Chromatophors, in welchem Arbeitsmaterial zeitweise angehäuft ist, einen Abschnitt, der dadurch aber nicht aufhört, einen Theil des lebendigen Chromatophors selbst zu bilden, sodass ich in diesem Sinne auch jetzt noch an der Auffassung festhalte, die mir meine früheren Untersuchungen (l. c. p. 140) als sehr wahrscheinlich erscheinen liessen, der Auffassung nämlich, dass die Pyrenoide der Algen nicht als „leblose Inhaltskörper der Chromatophoren“, sondern als „aktiv lebendige und wesentliche Theile dieser Chromatophoren“ zu betrachten seien.¹⁾

1) Naturgemäss schliesst sich an die obige Erörterung unmittelbar die Frage an, inwieweit die gleiche Anschauungsweise auch auf die Chromatinkörper der Zellkerne sich übertragen lasse. Ich habe früher (Chromatophoren der Algen p. 167 ff) ausführlicher auf die grosse Analogie, die zwischen den Chromatinkörpern der Zellkerne und den Pyrenoiden obwaltet, hingewiesen und habe namentlich hervorgehoben (l. c. p. 56. Anm. 1), dass, wenn wirklich die Chromatinkörper ihrer Hauptmasse nach aus Nuklein bestehen, ebenso auch die Pyrenoide ihrer „Hauptmasse nach aus einem nukleinentigen Körper“ bestehen dürften. Dies legt nun den Gedanken nahe, die obige Auffassung vom Aufbau der Pyrenoide auch auf die Chromatinkörper der Zellkerne zu übertragen.

In der That halte ich denn auch die Auffassung, dass die Chromatinkörper der Zellkerne (kleine oder grössere) Abschnitte der netzfibrillären Grundsubstanz des Zellkerns (vgl. meine Auffassung vom Bau des Zellkerns in den Sitzungsber. d. niederrh. Ges. f. Nat. u. Heilkunde zu Bonn. 1880. p. 171 ff. und Chromatophoren der Algen p. 167 ff.) darstellen, in welchen eine anscheinend nukleinentige Substanz abgelagert ist, für höchst wahrscheinlich. Diese nukleinentige Substanz, das Chromatin Flemming's, erscheint mir als lebloses Arbeitsmaterial, das an einzelnen Stellen der lebendigen Grundsubstanz des Zellkerns in mehr oder minder reichlicher Menge angehäuft ist. Die Chromatinkörper selbst aber bilden mir Abschnitte der lebendigen, netzfibrillären Grundsubstanz, welche zeitweise

abgelagert ist. Für welche Arbeitsleistung der Chromatophoren jedoch dieses Verbrauchsmaterial verwendet werde, darüber lässt sich bisher noch keine bestimmte Aussage machen. Ist doch sogar die chemische Natur dieser Pyrenoid-Substanz selbst zur Zeit noch keineswegs sicher ermittelt, ihre Nuklein-Natur noch keineswegs zweifellos festgestellt, wenn dieselbe auch mit gleicher Sicherheit behauptet werden kann, wie die Nuklein-Natur der Chromatinkörper der Zellkerne (deren Nuklein-Natur jetzt bekanntlich allgemein angenommen wird). Um so mehr erscheint die Verwendung, welche diese Substanz, die bisher nur mit Vorbehalt als nukleinartig bezeichnet werden kann, in der Lebensthätigkeit der Chromatophoren findet, zur Zeit noch völlig unsicher und zweifelhaft.

Gleichwohl aber bedarf die Beziehung dieser Pyrenoid-Substanz zu einer der Funktionen der Chromatophoren noch einer kurzen Beleuchtung, ihre Beziehung nämlich zur Bildung von Stärkekörnern. Wie oben dargethan ward, ist die Ausbildung geformter Stärkekörner (Amylum- und Paramylon-Körner) in allen bisher genauer geprüften Fällen chromatophorenhaltiger Pflanzen an die Chromatophoren gebunden. In den pyrenoidhaltigen Chromatophoren aber erscheint die Ausbildung der Stärkekörner in so auffallendem Zusammenhange mit den Pyrenoiden, dass der Gedanke, dieser Zusammenhang möchte nicht nur ein lokaler, sondern auch ein genetischer sein, sich unmittelbar aufdrängt. Wie ich nachgewiesen habe, häuft sich in den Amylumheerden der meisten grünen Algen rings um das Pyrenoid in der nächstangrenzenden Schicht des Chromatophors Amylum in ziemlich reichlicher Masse an, und ebenso lagert sich bei einer Reihe von Euglenen (und analog bei den Nematocysten und Bangiaceen) rings um den pyrenoidhaltigen Abschnitt des Chromatophors Paramylon (resp. Florideen-Stärke) in grösserer Menge ab und bildet die sg. Paramylonherde. Diese

schauungsweise auch auf die Aleuronkörner der Samen zu übertragen sei, dass nämlich diese Aleuronkörner Abschnitte des lebenden Protoplasmas darstellen, in denen zeitweilig (beim Uebergang der Zelle in den Dauerzustand) eine eigenartige Protein-Substanz sich ablagert. Diese Aleuronkörner würden alsdann nicht den Chromatophoren selbst gleichzustellen sein, wie van Tieghem (*Traité de botanique* p. 487) geglaubt hatte, sondern in gewisser Beziehung den Pyrenoiden dieser Chromatophoren entsprechen.

V. Feinere Struktur der Chromatophoren.

Die feinere Struktur der Chromatophoren¹⁾ ist in letzterer Zeit wiederholt Gegenstand der Erörterung gewesen; bisher aber gehen die Resultate, zu denen die einzelnen Autoren gelangt sind, in dieser Frage noch ziemlich weit aus einander.

1) Im Interesse der Leser, die sich in letzter Zeit nicht speziell mit dem Studium der Chromatophoren beschäftigt haben, dürfte es von Nutzen sein, die zahlreichen neuen Benennungen, die für diese Körper neuerdings vorgeschlagen worden sind, einmal übersichtlich zusammenzustellen.

Von den grünen Chlorophyllkörpern oder Chlorophyllkörnern der sg. höheren Pflanzen hatte zuerst Dehnecke die „nicht assimilirenden Chlorophyllkörner“ (Inaugural-Dissertation. Bonn 1880) und bald darauf Schimper die „Stärkebildner“ (Bot. Zeitung 1880. p. 886) unterschieden. Der letztere Ausdruck war in der französischen Uebersetzung von Schimper's Abhandlung (Ann. sc. nat. VI sér. t. XI. [1881] p. 258) durch „corpuscules amylogènes“ wiedergegeben worden; statt dessen aber schlug Errera (L'épiplasme des ascomycètes. 1882. p. 74. Ann. 2) den Ausdruck „amyloplastes“ dafür vor.

In dem 4. Hefte seines *Traité de botanique* (p. 486 ff.) fasste dann Van Tieghem (1882) die bisherigen Chlorophyllkörper, Farbstoffkörper, Stärkebildner und Aleuronkörner als „leucites“ zusammen und unterschied darunter als „leucites actifs“ die „chromoleucites“ („xantholeucites“, „chloroleucites“) von den „leucites de réserve“ oder „grains d'aleurone“.

Der Ausdruck „Chromatophoren“ ward, soweit ich sehe, zuerst angewandt von Schaarschmidt für echte Chlorophyllkörper (Ueber die Theilung des Chlorophylls. Referat im Bot. Centralblatt 1880. I. p. 457), dann von Zopf für die Farbstoffkörper einer blaugrünen Alge (Botanisches Centralblatt 1882. [Bd. X] Nr. 14). Für die Farbstoffkörper der Bacillariaceen ist schon früher (soviel ich weiss, zuerst durch Pfitzer [Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Bacillariaceen 1871. p. 32]) der Ausdruck „Endochromplatten“ resp. „Endochromkörner“ in allgemeinen Gebrauch gelangt.

Ich selbst habe dann die „leucites actifs“ von Van Tieghem zusammengefasst als „Chromatophoren“ (zuerst erwähnt bei Strasburger, Ueber den Theilungsvorgang der Zellkerne [Archiv f. mikr. Anatomie. Bd. 21] p. 4) und als Unterarten dieser Chromatophoren unterschieden „Chlorophoren“, „Erythrophoren“, „Phäophoren oder Melanophoren“ u. s. w. (Chromatophoren der Algen p. 4). Zu diesen Chromatophoren rechnete ich auch noch die verschiedenartigen Farbstoffkörper der Blüten und Früchte der Phanerogamen, die Stärkebildner u. a. ähnliche Bildungen, für die ich damals keine speziellen Benennungen vorschlug, für welche man aber leicht analoge Benennungen wie die eben genannten (z. B. „Amylophoren“ für die Stärkebildner) bilden kann.

Kurze Zeit nach der Publikation meiner Abhandlung über die Chromato-

wirkt, die Streifung in den Chlorophyllträgern von *Euglena* dieses hervorzurufen, ohne dieselbe in ihrem Leben zu schädigen. Hat der Druck nicht zu stark gewirkt, so geht nach einigen Stunden, genau wie bei dem durch Druck aufgequollenen Cytoplasma oder Kern, die Quellung zurück, das normale Aussehen zeigt sich wieder. Diese sehr charakteristische Quellungsart der Chlorophyllträger spricht ohne Zweifel für eine Differenzierung ihrer Substanz in stärker und schwächer quellungsfähige radiale Streifen. Ob die nach Einwirkung von Pikrinsäure hervortretende feinnetzige Struktur, die Schmitz für Farbstoffträger beschreibt, eine ursprüngliche, dem Leben eigene ist, könnte zweifelhafter sein.“

Was zunächst diese letztere Bemerkung betrifft, so hatte ich selbst die feine (als netzig gedeutete) Struktur, die ich an Pikrinsäure-Präparaten beschrieben habe, „zuweilen“ auch „bereits am lebenden Materiale“ beobachtet, wo dieselbe denn doch wohl sicher eine „ursprüngliche, dem Leben eigene“ Struktur sein dürfte, und hatte ferner den Pikrinsäure-Präparaten gerade deshalb (cf. p. 29 u. p. 32) ein besonderes Zutrauen geschenkt, weil die Pikrinsäure, „wie die direkte Beobachtung lehrt, die feinsten erkennbaren Struktur-Eigenthümlichkeiten des Protoplasmas, die feinsten Protoplasmafäden u. s. w. in den meisten Fällen fast unverändert in ihrer Gestalt zu erhalten pflegt“, und weil an solchen Präparaten die „gehärteten Chromatophoren in ihrer Gesamthform unverändert“ erscheinen. Aus diesem Grunde erschien es mir gar nicht zweifelhaft, dass die feinere Struktur, die an solchen Präparaten hervortrat, mit weit grösserer Sicherheit als ursprüngliche Struktur der lebenden Chromatophoren angesprochen werden könne als die Strukturen, welche bei Anwendung anderer Reagentien (zu denen namentlich auch Wasser zu zählen ist) sichtbar zu machen sind.

Was nun aber speziell die Chromatophoren der Euglenen betrifft, so sagt darüber Klebs selbst (l. c. p. 38), dass sie „die empfindlichsten Organe der Euglene“ darstellen, „welche immer zuerst unter der Ungunst äusserer Verhältnisse leiden. Charakteristisch für alle in die Länge gestreckten Chlorophyllträger ist es, dass sie, sobald die äusseren Bedingungen sich in ungünstiger Weise verändern, scheibenförmig werden“. Und speziell für die Chromatophoren von *Euglena* dieses fügt er hinzu, dass sie „sich bei Einwirkung sehr

durch Wasser noch keineswegs der Fall; und deshalb erscheinen mir jene Erscheinungen, welche die Chromatophoren der Euglenen beim Quellen in Wasser aufweisen, zur Zeit noch vollständig unbrauchbar, um die feinere Struktur der intakten Chromatophoren lebender Euglenen festzustellen.

Nun aber beschreibt Klebs (l. c. p. 37) ausdrücklich, dass er dieselben Erscheinungen wie beim Quellen der Chromatophoren in Wasser auch durch Anwendung von mechanischem Druck erzielt habe, ohne dass von einem Absterben die Rede gewesen wäre. „Es gelingt durch mechanischen Druck, der oft wie ein Quellungsmittel wirkt, die Streifung in den Chlorophyllträgern von *Euglena* dieses hervorzurufen, ohne dieselbe in ihrem Leben zu schädigen. Hat der Druck nicht zu stark gewirkt, so geht nach einigen Stunden, genau wie bei dem durch Druck aufgequollenen Cytoplasma oder Kern, die Quellung zurück, das normale Aussehen zeigt sich wieder.“

Ich selbst habe leider von *E. deses* ausreichendes Material nicht zur Verfügung gehabt, um diesen Versuch zu wiederholen. Die Beschreibung des Versuches aber, die Klebs giebt, ist bei der Wichtigkeit des erzielten Resultates leider eine allzu kurze. Klebs sagt leider nichts darüber, ob er wirklich an demselben Individuum, an dem er vorher die Streifung der Chlorophyllträger deutlich gesehen hatte, nach einigen Stunden eine Rückkehr der letzteren zu normalem Aussehen constatirt hat; und ebenso giebt er keine genauere Auskunft darüber, ob in den Chromatophoren nach einigen Stunden nur die Streifung verschwunden war, die Contraktion und Abrundung der Gestalt, die nach seiner Angabe (p. 38) bei Anwendung von Druck eintritt, aber noch zurückgeblieben war, oder ob diese Chromatophoren wirklich die typische Gestaltung der betreffenden Spezies wieder angenommen hatten und wirklich weiterlebten. Bei dieser Unvollständigkeit der Angaben von Klebs, die allen meinen eigenen Erfahrungen an Chromatophoren vollständig widersprechen¹⁾, wage ich es nicht, die beschriebene Beobachtung zur

1) Meinen eigenen Erfahrungen zufolge sind die Chromatophoren vielmehr überall sehr empfindliche Organe des Zell-Protoplasmas, die durch die verschiedensten äusseren Einwirkungen sehr leicht desorganisirt werden. Speziell alle Quellungs-Erscheinungen von Chromatophoren muss ich bis zum Beweis des Gegentheils für Anzeichen einer Desorganisation, Anzeichen des Absterbens der betreffenden Chromatophoren betrachten (vgl. weiterhin p. 161 Anm. 2).

Ermittelung des feineren Baues der Chromatophoren von E. dieses zu verwerthen.

Leider aber haben sich auch meine eigenen Methoden zur Ermittlung des feineren Baues der Chromatophoren, die Beobachtung lebenden oder gut gehärteten Materiales, bei den Euglenen bisher als erfolglos herausgestellt. Ich habe an den Chromatophoren dieser Organismen eine feinere Struktur bisher noch in keiner Weise zu constatiren vermocht und kann deshalb nur aus der Analogie der deutlich durchsichtigen Chromatophoren anderer Pflanzen die Hypothese herleiten, dass auch den Chromatophoren der Euglenen eine feinnetzige Fibrillenstruktur eigen sei. —

Während so Klebs ausschliesslich die feinere Struktur der Chromatophoren von *Euglena* berücksichtigt, ist von mehreren anderen Seiten die Frage nach der feineren Struktur der Chromatophoren allgemein erörtert worden.

So hat zunächst Tschirch in mehreren Mittheilungen¹⁾, die hauptsächlich den Chlorophyllfarbstoff behandeln, auch über die Struktur der Chlorophyllträger seine Ansicht dargelegt. Die beiden ersten dieser Mittheilungen (aus dem April, resp. Juni 1882) lernte ich erst kennen, als es zu spät war, dieselben noch in meiner Abhandlung über die „Chromatophoren der Algen“ zu berücksichtigen, es seien dieselben deshalb hier im Zusammenhang mit den späteren Mittheilungen desselben Autors besprochen.

Aus den zerstreuten Angaben aller dieser Mittheilungen erhellt nun, dass nach Tschirch die Grundsubstanz des einzelnen Chlorophyllträgers ein schwammartiges Gerüst darstellt, welches von einer ölartigen Masse (Lipochlor Pringsheim's), die den Chlorophyllfarbstoff enthält, durchtränkt ist; diese gefärbte Lösung aber erfüllt „durchaus nicht als homogene Masse das ganze Korn“, sondern

1) Tschirch, Vorläufige Mittheilung über das Chlorophyll (Sitzb. d. bot. Vereins der Prov. Brandenburg. XXIV. Sitzung am 28. April 1882) (zum grössten Theile abgedruckt im Bot. Centralblatt [1882] Bd. XI. p. 107—109), Beiträge zur Hypochlorinfrage (Abhandl. d. bot. Vereins der Prov. Brandenburg. XXIV. p. 124 bis 134), Untersuchungen über das Chlorophyll (III) (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft I. p. 137—149, p. 171—181), Zur Morphologie der Chlorophyllkörner (Berichte d. deutsch. bot. Gesellsch. I. p. 202—207).

kleidet „etwa als dichter Wandbeleg die Wandungen der Maschen“ aus; das ganze schwammartige „Chlorophyllkorn“ aber ist nach aussen begrenzt durch eine dünne hyaline Plasmamembran, die als wesentlicher Theil dem Chromatophor selbst zugehört.

In seiner Auffassung des feineren Baues der Grundsubstanz schliesst sich Tschirch somit vollständig Pringsheim an und lässt diese Grundsubstanz ein schwammartiges Gerüste darstellen, das in dem einzelnen Chlorophyllkörper namentlich durch Einwirkung von Säuren sichtbar zu machen ist. Er beschreibt die Darstellung dieses Gerüstes durch Einwirkung der Säure auf ein intaktes Chlorophyllkorn, z. B. einer Elodea-Zelle ¹⁾, in der Weise, dass zuerst das bisher grüne Korn sich gelb färbt, während noch „nichts von irgend einer Struktur am Korn zu bemerken“ ist, dasselbe vielmehr „als eine homogene Masse“ „erscheint“. „Bald jedoch treten die Wirkungen der Quellung, die die Säure an dem Plasmagerüst des Kornes hervorruft, dadurch klar hervor, dass das Maschenwerk des Gerüstes deutlich sich von den Balken abhebt“. — Die Frage, inwieweit dieses Gerüste bereits im Inneren des intakten Chlorophyllträgers vorhanden sei, wird von Tschirch nirgends näher berührt, vielmehr einfach die Identität dieses Gerüstes, das durch Säuren dargestellt worden ist, mit der Struktur der Grundsubstanz intakter Chlorophyllträger vorausgesetzt. Ich habe schon oben hervorgehoben, dass meine eigenen Beobachtungen mich dazu geführt haben, eine solche vollständige Identität in Abrede zu stellen, das schwammförmige Gerüste der Säure-Präparate als eine Modifikation des ursprünglichen Gerüstes lebender Chromatophoren anzusehen.

Wie somit Tschirch seine Auffassung von der Gestaltung der Grundsubstanz hauptsächlich auf Säure-Präparate, nicht auf die Beobachtung lebender Chlorophyllträger stützt, so sind es wohl auch weniger Beobachtungen an lebenden Chromatophoren mit deutlich erkennbarer Struktur, als wesentlich theoretische Spekulationen, die seine Ansicht über die Vertheilung der färbenden Lösung im lebenden Chlorophyllträger veranlasst haben. In seinen Beiträgen zur Hypochlorinfrage (p. 125) lässt er durch das Quellen der „Balken des Plasmagerüstes“ „die Maschen verengert und die Masse, welche der

1) Abhandl. d. Bot. Vereins d. Prov. Brandenburg XXIV. p. 125.

körpers eben jene bestimmten „physikalischen, insbesondere diosmotischen Eigenschaften“ besitze. Dies kann aber natürlich auch in allen denjenigen Fällen stattfinden, in welchen die morphologische Forschung ein besonderes morphologisches Plasmahäutchen an der Aussenfläche des Protoplasmakörpers gar nicht aufzufinden vermag.

So erscheint es als eine allzuweit gehende Folgerung aus Pfeffer's Lehre, wenn man durch seine Postulirung¹⁾ eines „Plasmahäutchens“ die Existenz eines wirklichen morphologischen Häutchens zu begründen sucht.²⁾ Ganz besonders aber ist dies der Fall, wenn man dies Verfahren auch noch auf die Chlorophyllträger auszudehnen versucht, von denen Pfeffer selbst (Pflanzenphysiologie p. 34) sagt: „Ob Zellkern, Chlorophyllkörner und andere geformte Gebilde innerhalb des Protoplasmas durch eine der Plasmamembran entsprechende peripherische Schicht abgegrenzt sind, ist nicht unwahrscheinlich, doch noch nicht sicher entschieden.“³⁾ Dem Autor des Plasmahäutchens selbst erscheint es somit noch nicht sicher ausgemacht, ob die peripherische Schicht der Chlorophyllträger die entscheidenden „physikalischen, insbesondere diosmotischen Eigenschaften“ wirklich besitzt; um so weniger dürfte somit aus seiner Lehre die Existenz eines morphologischen Grenzhäutchens der Chlorophyllträger zu folgern sein. —

1) Pfeffer selbst sagt (Osmotische Untersuchungen p. 122): „Hinsichtlich des diosmotischen Austausches und der osmotischen Druckhöhe ist es gleichgültig, ob die fragliche peripherische Schicht des Protoplasmas für sich nach ihrem Cohäsionszustande als Membran anzusprechen ist oder nicht. — Ob diese peripherische Schicht eine Membran ist, oder nicht, ist eben eine neue Frage.“ Und ebenso heisst es l. c. p. 123: „Die — Unterscheidung einer Plasmamembran ist nur mit Rücksicht auf diosmotisches Verhalten vorgenommen und in morphologischer Hinsicht vielleicht überhaupt nicht geboten.“

2) Es gehört nicht zu der vorliegenden Erörterung eine Entscheidung der Frage, ob es zweckmässiger sein dürfte, mit Pfeffer die entscheidenden „physikalischen, insbesondere diosmotischen Eigenschaften“ ausschliesslich der peripherischen Schicht des Protoplasmakörpers beizulegen oder dieselben als Eigenschaften des ganzen lebendigen Protoplasmaleibes, die in besonders hohem Grade in dem dichteren Theile desselben, dem sog. Hautplasma, lokalisiert sind, aufzufassen.

3) Vgl. Pfeffer, Osmotische Untersuchungen p. 147—148: „Ob die Plasmamembran“ der Chlorophyllkörper „schon innerhalb des Protoplasmas besteht, kann natürlich aus diesen Beobachtungen nicht sicher entnommen werden und zur Zeit vermag ich diese Frage nicht zu beantworten.“

träger in ihrer ursprünglichen Gestalt sofort erhärtet und auch die Grana unverändert erhält.

Darnach stimmt also Meyer zunächst darin vollständig mit mir überein, dass durch die Einwirkung von Alkohol auf die Chlorophyllkörper ein Gerüst hergestellt wird, das nicht einfach identisch ist mit der Struktur der Grundsubstanz des intakten Chromatophors, vielmehr aus letzterer erst hergestellt wird. Ebenso findet er, wie auch ich für die Chromatophoren der Algen angab, dass durch gewisse schnell erhärtende Reagentien die ursprüngliche feinere Struktur der Chlorophyllträger sich unverändert erhalten lässt (Meyer fand hierzu in den meisten untersuchten Fällen die Ueberosmiumsäure geeignet, ich selbst dagegen hatte für die Algen die Pikrinsäure günstiger gefunden). Dagegen weicht seine Ansicht vom Bau des lebenden Chromatophors nicht unwesentlich von derjenigen ab, die ich selbst für die Chromatophoren der Algen ausgesprochen hatte; während ich selbst nämlich diesen letzteren Chromatophoren allgemein eine sehr fein-netzige Gerüst-Struktur mit grün gefärbten Fibrillen zusprach, lässt Meyer allgemein die Chlorophyllträger aus einer farblosen (oder doch fast farblosen) Grundsubstanz mit eingelagerten dunkelgrün gefärbten Körnchen bestehen.

Diese Auffassung Meyer's lässt sich mit anderen Worten auch dahin ausdrücken, dass in dem einzelnen lebenden Chlorophyllträger eine farblose, vakuolig-poröse Grundsubstanz vorhanden sei, deren Hohlräume von einer dunkelgrünen (homogenen oder im Inneren differenzirten) dichten Substanz ausgefüllt sind. Durch diese Ausdrucksweise tritt der wesentlichste Unterschied dieser Auffassung von Meyer gegenüber der meinigen noch deutlicher hervor, da, abgesehen von der verschiedenen Ansicht über die Vertheilung des grünen Farbstoffes, beide Auffassungen hauptsächlich dadurch auseinander gehen, dass Meyer im Inneren des Chromatophors kleine selbständig abgeschlossene Hohlräume annimmt, die mit dichter Substanz ausgefüllt sind, ich selbst dagegen das Vorhandensein eines netzfibrillären Gerüstwerkes mit vollständig freier Kommunikation sämtlicher Maschenräume behaupte.

Nun war freilich meine genannte Ansicht nur für die Chromatophoren der Algen ausgesprochen worden, während Meyer seine Untersuchungen ausschliesslich an angiospermen Phanerogamen aus-

weisen, vermag ich diese Ansicht zur Zeit noch nicht. Ganz dasselbe aber gilt auch von der Ansicht Arthur Meyer's, dass der Farbstoff in den dichten eingelagerten Körnchen gebunden, die Grundmasse selbst farblos oder doch nur schwach gefärbt sei, und ebenso auch, wie schon oben bemerkt, von der Ansicht von Tschirch, der die einzelnen Gerüstfibrillen nur an ihrer Oberfläche von einer Farbschicht überzogen sein lässt. Durch direkte Beobachtung zu beweisen sind alle diese verschiedenen Auffassungen von der Vertheilung der färbenden Substanz im Inneren der Chromatophoren bisher noch nicht.

Bonn, im Anfang Dezember 1883.

Erklärung der Abbildungen*).

Tafel I.

Fig. 1. *Euglena acus* Ehb. (Jodwasser-Nigrosin-Präparat.) Lang ausgestrecktes Individuum in Oberflächen-Ansicht; die stabförmigen Paramylonkörper, der Zellkern und die Hauptvakuole durchschimmernd. — Vergr. c 800.

Fig. 2. *E. acus*. (Jodw.-Präp.) Ein einzelnes dünnes Paramylonstäbchen in einen schmalen Spalt der Chlorophyllschicht eingeschaltet. — 800.

Fig. 3. *E. mutabilis*. (Jodwasser-Hämatoxylin-Präp.) Gerade ausgestrecktes Individuum in Oberflächen-Ansicht. An den röhrenförmig gebogenen Chlorophyllscheiben treten die Pyrenoide deutlich hervor; im farblosen Protoplasma zahlreiche kleine Paramylonkörner vertheilt. — 800.

Fig. 4—7. *Phacus pleuronectes* Nitzsch. (Jodwasser-Nigrosin-Präp.)
Fig. 4 u. 7. Individuen in Oberflächen-Ansicht, von der Bauchfläche aus gesehen. Eine Anzahl der kleinen Chlorophyllscheibchen gekantet und dadurch weit dunkler als die übrigen; in der Mitte der Bauchseite der grössere Paramylonkörper in eine Lücke der Chlorophyllschicht eingefügt; in Fig. 4 auf der

*) In den meisten der vorliegenden Abbildungen von Euglenen (Fig. 1—22) verbindet eine feine Linie die Insertionsstelle der Zilie mit einem kleinen Knötchen innerhalb der uhrglasförmig gebogenen Augenscheibe. Die Bedeutung dieser Linie soll demnächst bei anderer Gelegenheit eingehender erörtert werden.

genauer ausgeführt; die Paramylonkörper im Dammarlack unsichtbar. — Fig. 21. Einzelne Chromatophoren. *a* Ansicht eines einzelnen Chromatophors von der Fläche; das pyrenoidhaltige Chromatophor uhrglasförmig gebogen mit gelapptem Rande, dessen Lappen meist einwärts geschlagen sind. *b—e* optische Durchschnitte senkrecht zur Fläche mit den Durchschnitten der beiderseits beschalten Pyrenoide; in *b* sind die Randlappen des Chromatophors über der einen dickeren Paramylonschale zusammengeschlagen bis zur Berührung; in *c* sind diese Randlappen seitwärts ausgestreckt, beide Paramylonschalen dünn; in *d* biegen sich beide Randlappen, in *e* nur einer derselben auswärts, während in *d* beide Paramylonschalen gleich dick, in *e* die äussere dicker ist; in *b* und *c* treffen die beiden Paramylonschalen mit ihren Rändern genau aufeinander, in *d* und *e* sind dieselben ein wenig gegen einander verschoben; in *e* besteht das Pyrenoid aus zwei gesonderten Hälften, die einander nicht ganz genau entsprechen; in *d* sind zwei derartige Hälften zur Bildung eines einzelnen Pyrenoids verschmolzen; in *c* und *b* sind die beiderseitig vorspringenden Pyrenoide vollkommen symmetrisch. — Fig. 20 u. 22 Vergr. c. 600; Fig. 21 Vergr. 800.

Fig. 23—24. *Gomphonema dichotomum* Ktz. (Lebende Zelle.) Fig. 23. Schalenansicht mit dem durchschimmernden Pyrenoid; Fig. 24. Gürtelbandansicht. — c. 550.

Fig. 25. *Anomoeneis sphaerophora* Pfitzer. (Pikrinsäure-Häm.-Präp.) Chromatophor eines Individuums, welches mit einer Längskante dem Substrat aufliegt. — 550.

Fig. 26—27. *Frustulia saxonica* Rabh. (Pikr.-Häm.-Präp.) Fig. 26. Schalenansicht; Fig. 27. Gürtelbandansicht eines kleineren Individuums, dessen Chromatophor dreispaltig ist. — 550.

Fig. 28. *Cymbella cymbiformis* Bréb. (Jodw.-Nigr.-Präp.) Schalenansicht.

Fig. 29—30. *Cymbella Ehrenbergii* Ktz. (Lebende Zellen.) Fig. 29. Gürtelbandansicht (von der stärker gewölbten Gürtelbandseite her gesehen); Fig. 30. Schalenansicht. — 550.

Die Form der Stigmata, vor, während und nach der Bestäubung bei verschiedenen Familien.

Von

C. Schwarz und K. Wehsarg.

Mit Tafel II—V.

Unter Narbe (stigma) versteht man den Theil des Griffels, der bei dem Befruchtungsakte der Pflanzen die zur Befruchtung nöthigen Pollenkörner aufnimmt und festhält. Diesem Zweck entsprechend ist der zur Narbe bestimmte Theil des Griffels vielfach umgebildet. Er besteht entweder aus einer keulen- oder köpfchenförmigen Verdickung des oberen Griffelendes, oder der Griffel spaltet sich an seinem oberen Ende in zwei oder mehrere Lappen, oder der Griffel bildet an sich seiner Länge nach eine Rinne, oder, wie es z. B. bei Gramineen der Fall ist, er spaltet sich zur aspergilliformen Narbe u. a. m.

Diese derart umgebildeten Griffeltheile sind auf ihrer ganzen Oberfläche, oder, wie es am häufigsten der Fall ist, nur auf der Innenseite mit kürzeren oder längeren haarartigen Ausstülpungen der Epithelzellen, sog. Papillen, besetzt, die zumeist einen klebrigen Saft absondern und so das Festhalten des Pollen erleichtern. Sind keine Papillen an der Narbe vorhanden, so sondert das Narbenepithel den Klebsaft ab, oder wenn dies nicht, oder nur in geringem Maass der Fall ist, wird die Klebsubstanz von den Pollenkörnern selbst gebildet.

Eine derartige gegenseitige Anpassung von Pollen und Narbe zeigt sich fast bei allen Blüthen. Trägt die Narbe Papillen, so ist

natürlichem Wege zur Narbe und der Anhaftung desselben an dieser Stelle vorhanden war. Mit Sicherheit konnte dies Stadium dann angenommen werden, wenn die Narbe der Pollenaufnahme ihre volle Fläche darbot, ferner wenn die Papillen völlig entwickelt waren und eventuell Klebstoff absonderten, oder auch, wenn sich wirklich Pollenkörner auf der Narbe vorfanden.

Das Eingetretensein des Zustandes der Narbe „nach der Bestäubung“ wurde angenommen, wenn die Pollenkörner auf der Narbe Pollenschläuche getrieben hatten, und wenn die Blüthe selbst Anzeichen des Verwelkens bot.

Indem wir jetzt zu der Beschreibung der Narbe der einzelnen Familien während der drei zu untersuchenden Stadien „vor, während und nach der Bestäubung“ übergehen, möge es uns gestattet sein, für die folgenden Untersuchungen jene einfach durch die Worte: „Vor“, „während“ und „nach“ zu unterscheiden.

T h a l a m i f l o r a e.

Ranunculaceen.

Im Allgemeinen hat die Narbe Köpfchenform, doch kommen bei der Verschiedenheit der hierhergehörenden Arten viele Ausnahmen vor. Die Köpfchennarbe bietet in den drei zu untersuchenden Stadien keine charakteristischen Unterschiede. Untersucht wurden von Ranunculaceen:

1. *Nigella damascena* L.

Die Zahl der Griffel schwankt zwischen zwei und fünf. Die Blüthe ist (nach Sprengel) proterandrisch und zwar sechs Tage männlich, worauf das Pistill zur Reife kommt. Das Stigma ist ein doppelter Papillensaum, der sich an der Innenseite des Griffels, eine Rinne bildend, hinabzieht. Der Griffel ist spiralig um seine Axe gewunden, so dass der Papillensaum oft nach aussen hervortritt.

Vor: Die Antheren sind schon zur Reife gelangt, während die eng aneinander liegenden Griffel noch in der ziemlich langen Blumenkronröhre stecken. Die Papillen selbst sind noch sehr klein.

Während: Die Antheren sind verwelkt. Die Griffel, welche aus der Blumenkronröhre hervorgetreten sind, haben sich nach Aussen umgebogen. Die nun sehr langen Papillen sind an ihrem Basalende kolbig verdickt.

Nach: Die Griffel sind noch mehr nach aussen gebogen und meist etwas spiralig gedreht. Die Papillen sind im Verwelken begriffen.

Hierher: Taf. II. Fig. 6—7.

2. *Lychnis dioica* L. hat fünf Griffel. Die Narbe besteht, wie bei *Dianthus chin.*, aus zwei am Griffel herablaufenden Papillenreihen, die sich oben und unten berühren.

Vor: Die aneinander liegenden Griffel sind grade gestreckt, an den Spitzen etwas aus einander gebogen und von der Kronröhre umschlossen. Die Papillen sind klein und halbkugelförmig.

Während: Die Griffel haben sich nach aussen umgebogen und bedeutend verlängert. Die Narbenfläche ist verbreitert und die Papillen sind um vieles grösser geworden.

Nach: Griffel und Papillen sind im Verwelken begriffen.

Hierher: Taf. II. Fig. 8—9.

3. *Dianthus Carthusianorum* L. besitzt constant zwei Griffel, deren Innenfläche mit Papillen besetzt ist. Die Bestäubungsverhältnisse sind dieselben wie bei *Dianthus chinensis*, nur geschieht das Auseinandergehen der Griffel während der Bestäubung in der Weise, dass die mittleren Theile sich von einander entfernen, während die Spitzen noch aneinander stossen.

Hierher: Taf. II. Fig. 10 u. 11.

4. *Lychnis coronaria* Lmk. Die Griffel, fünf an der Zahl, sind spiralig gewunden und mit Papillen an der Innenseite besetzt. Die Stellung der Griffeläste ist während der drei in Betracht zu ziehenden Stadien dieselbe. Der Pollen zeigt eine raue Oberfläche.

Vor: Die Papillen, welche kurz und halbkugelförmig sind, enthalten zahlreiche Körperchen von viereckig abgerundeter Gestalt. Jod zeigt keine Einwirkung auf dieselben.

Während: Die Papillen sind bedeutend verlängert und haben noch den körnigen Inhalt.

Nach: Die im Verwelken begriffenen Papillen sind schlaff und die Körnchen im Innern verschwunden.

Hierher: Taf. II. Fig. 12.

Malvaceen.

Sie sind theils der Insektenbefruchtung, theils der Selbstbefruchtung angepasst. Die ersteren sind proterandrisch. Die Griffel, deren Zahl variirt, stecken in der von den Antheren gebildeten Röhre und treten mit zunehmender Reife aus derselben hervor. Die Narbe selbst besteht aus einer köpfchenförmigen Anhäufung von Papillen oder aus einem Papillensaum, der sich an dem Griffel herunterzieht.

1. *Malva rotundifolia* L.

Die Form der Narbe ist die zuletzt angeführte, also ein am Griffel herablaufender Papillensaum mit haarförmigen spitzen Papillen.

Vor: Die noch in der Antherenröhre eingeschlossenen Griffel liegen dicht zusammen und ragen nur wenig aus derselben hervor. Die kleinen Papillen liegen dicht dem Griffel an und besitzen ähnlich wie bei *Lychnis coronaria* einen körnigen Inhalt, auf den Jod nicht einwirkt.

Während: Die Griffel sind aus der Antherenröhre hervorgetreten und haben sich wurmförmig gekrümmt, so dass sie die gleichzeitig reifen Antheren mehrfach berühren. Die Papillen, die jetzt grösser geworden sind, stehen von den Griffeln ab und bieten so den zackigen Pollenkörnern eine sichere Haftfläche.

Nach: Griffel und Narben sind im Absterben begriffen. Der körnige Inhalt der Papillen ist verschwunden.

Hierher: Taf. II. Fig. 13—14.

2. *Anoda hastata* Cav.

Die Blüthe ist proterandrisch und zeigt ähnliche Verhältnisse wie *Malva sylvestris* (beschrieben von Müller „Befr. d. Bl. durch

Vor: Die noch kurzen gestreckten Narbenäste liegen eng aneinander. Die Papillen sind zweizellig.

Während: Die Griffeläste haben sich ausgebreitet und die vorher zweizelligen Papillen sind jetzt meist mehrzellig und grösser.

Nach: Die Griffelschenkel haben sich wieder etwas gestreckt und sind ebenso wie die Papillen im Absterben begriffen.

Hierher: Taf. III. Fig. 4—6.

Calyciflorae.

Papilionaceen.

Die Narbe besteht zumeist aus einer köpfchenförmigen Anhäufung von Papillen am oberen Griffelende, die von einem Kranz langer, starrer Fegehaare umgeben ist.

Lupinus mutabilis Sweet.

Die Form der Narbe ist die eben angeführte. Ihre Beschaffenheit während der drei zu untersuchenden Stadien zeigt nur geringe Unterschiede, die darin bestehen, dass die anfangs langen Fegehaare während der Bestäubung sich verkürzt haben und dadurch die Narbenfläche dem Pollen zugänglicher machen. Dieselben Verhältnisse wurden gefunden bei *Lupinus luteus* und *Cytisus Laburnum* L.

Hierher: Taf. III. Fig. 7—8.

Onagraceen.

Durch Spaltung des oberen Griffeltheils entstehen vier Aeste, deren starke papillöse Innenflächen die Narben bilden.

Oenothera amoena L.

Die Narbenäste liegen dicht aneinander und lassen zwischen sich einen Hohlraum, in welchen die ungleich langen Papillen hineinragen.

Während: Die Narbenäste haben sich auseinander gebogen und die langen sehr saftreichen Papillen sondern Klebstoff ab.

Nach: Die Aeste sind noch mehr nach aussen gebogen und die Papillen verschrumpft.

Epilobium angustifolium L. und *Oenothera biennis* L. zeigen dieselben Unterschiede der drei in Rede stehenden Stadien, doch liegen bei letzterer die Narbenschkel „vor“ der Bestäubung enger aneinander, da sie von rundem Querschnitt und die Papillen sehr rudimentär sind.

Hierher: Taf. III. Fig. 9—11.

Umbelliferen.

Die Narbe besteht aus einer rundlichen Verdickung des oberen Griffeltheils, die mit Papillen besetzt ist und in manchen Fällen oben eine schwache Vertiefung besitzt.

Ausser den durch das fortschreitende Wachsthum bedingten wurden keine wesentlichen Unterschiede der drei in Rede stehenden Stadien gefunden.

Dipsaceen.

Die Blüthe ist der Fremdbestäubung angepasst durch Proterandrie. Die Narbenform der hierher gehörenden Arten ist nicht constant. Es lassen sich hier zwei Formen unterscheiden, die der Gattungen *Dipsacus* und *Scabiosa*.

Dipsacus laciniatus L.

Der Griffel ist oben in zwei oft ungleiche Aeste gespalten, die von einem nach innen gerichteten Papillensaum umrandet sind und stets auseinander klaffen.

Scabiosa stellata L.

Die Narbe befindet sich am oberen Griffelende in Form einer trichterförmigen Vertiefung, die am Rande einen Ausschnitt trägt und mit Papillen besetzt ist.

Sowohl bei *Dipsacus* wie bei *Scabiosa* wurden keine besonderen Veränderungen vor, während und nach der Bestäubung gefunden.

Labiaten.

Der Griffel theilt sich oben in zwei, meist ungleich lange Aeste mit Papillen auf der Innenseite. Diese Form der Narbe gilt für die ganze Familie, ebenso zeigten sich überall dieselben Unterschiede „vor“, „während“ und „nach“ der Bestäubung.

Wir erwähnen hier *Salvia pratensis*, zu der alle übrigen sich analog verhalten. „Vor“ der Bestäubung liegen die Griffeläste näher zusammen, „während“ der Bestäubung haben sie sich ausgebreitet und die vorher kleinen Papillen sind grösser geworden, „nach“ der Bestäubung sterben Papillen und Narbe ab.

Plantagineen.

Bei dieser Familie ist der ganze Griffel zur Narbe umgewandelt, indem er entweder mit randständigen Papillensäumen versehen, oder an der ganzen Oberfläche mit Papillen besetzt ist.

Plantago major L.

Der Griffel ist hier bandförmig verbreitert und von Papillensäumen umrandet. Die Pollenkörner sind rund und glatt.

Vor: Der Griffel steckt ganz in der Blumenkrone und trägt noch schwach entwickelte Papillen.

Während: Der Griffel ist aus der Kronröhre hervorgetreten und die Papillen sind jetzt auffallend lang, so dass sie an manchen Stellen den ganzen Griffel bedecken.

Nach: Die Narbe hat die frühere Gestalt, doch sind die Papillen gänzlich verschrumpft.

Hierher: Taf. V. Fig. 6—8.

Monochlamydeae.

Polygoneen.

Der Griffel ist in zwei oder drei Aeste gespalten, die an ihren Enden entweder, wie bei den durch Insekten befruchteten *Polygonum*-Arten, ein mit Papillen besetztes Köpfchen, oder, wie es bei den

dass sie zum Festhalten der durch den Wind herbeigetriebenen, glatten, runden Pollenkörner sehr geeignet sind.

Nach: Die beiden Griffel haben sich wieder genähert, die Aeste sind durcheinander verschlungen und grösstentheils verschrumpft.

Hierher: Taf. V. Fig. 15—17.

Figuren-Erklärung.

Tafel II.

- Fig. 1. Narbe „vor“; 1a Querschnitt hiervon.
 Fig. 2. Narbe „während“; 2a. Querschnitt; 2b. Längsschnitt.
 Fig. 3. Narbe „nach“.
 Fig. 4. Narbe „vor“; 4a. einer der beiden Lappen von der Innenseite.
 Fig. 5. Narbe „während“; 5a. die Narbe vom Griffel getrennt und auseinander gebreitet.
 Fig. 6. Narbe „vor“; 6a. Ein Griffelast vergrössert.
 Fig. 7. Narbe „während“; 7a. Einzelne Papillen, vergrössert.
 Fig. 8. Narbe „vor“. Einzelne Papillen vergrössert.
 Fig. 9. Narbe „während“. Einige Papillen stark vergrössert.
 Fig. 10. Narbe „vor“.
 Fig. 11. Narbe „während“.
 Fig. 12. Griffel und Narbe vergrössert; 12a. Die Papillen „vor“; 12b. dieselben „während“; 12c. dieselben „nach“.
 Fig. 13. Narbe „vor“; 13a. Ein einzelner Griffelast vergrössert; 13b. Einzelne Papillen stark vergrössert.
 Fig. 14. Narbe „während“; 14a. Ein vergrösserter Griffelast.

Tafel III.

- Fig. 1 und 1a. Narbe „vor“.
 Fig. 2. Narbe „während“; 2a. Längsschnitt durch ein Narbenköpfchen.
 Fig. 3. Narbe „während“.
 Fig. 4. Narbe „vor“; 4a. Die Innenfläche eines Griffelastes.
 Fig. 5. Narbe „während“; 5a. Papillen.
 Fig. 6. Narbe „nach“.
 Fig. 7. Narbe „vor“.
 Fig. 8. Narbe „während“.
 Zu Oenoth. am.: Fig. 9—10.
 Fig. 9. Narbe „vor“; 9a. Querschnitt.
 Fig. 10. Narbe „während“.
 Zu Oenoth. bienn: Fig. 9—11.
 Fig. 9. Narbe „vor“.
 Fig. 11. Narbe „vor“ (Querschnitt).
 Fig. 12. Narbe „vor“; 12a. Ein Griffelast von der Innenseite.
 Fig. 13. Narbe „während“.

- Fig. 14. Narbe „vor“ (Innenblüthe); 14a. Ein Ast von innen.
 Fig. 15. Narbe „während“.
 Fig. 16. Narbe „vor“ (Randblüthe).
 Fig. 17. Narbe „während“.
 Fig. 18. Narbe „vor“ (Randblüthe).

Tafel IV.

- Fig. 1. Narbe „während“.
 Fig. 2. Narbe „vor“; 2a. Ein Schenkel von innen.
 Fig. 3. Narbe „während“; 3a. Die Innenseite eines Schenkels.
 Fig. 4. Narbe „vor“ (Innenblüthe).
 Fig. 5. Narbe „während“.
 Fig. 6. Narbe „vor“ (Randblüthe).
 Fig. 7. Narbe „während“.
 Fig. 8. Narbe „vor“
 Fig. 9. Narbe „während“.
 Fig. 10. Pollenkorn.
 Fig. 11. Narbe „vor“; 11a. Querschnitt; 11b. Pollenkorn. (Gezeichnet unter Berücksichtigung der Zeichnungen von Hildebrand Nova Acta. Leop. Bd. 35).
 Fig. 12. Narbe „während“; 12a. Querschnitt.
 Fig. 13. Narbe „vor“.
 Fig. 14. Narbe „während“; 14a. und 14b. Papillen.
 Fig. 15. Narbe „nach“.
 Fig. 16. Narbe „vor“.
 Fig. 17. Narbe „vor“; 17a. Einzelne Papillen.
 Fig. 18. Narbe „während“; 18a. Papillen.
 Fig. 19. Pollenkorn.

Tafel V.

- Fig. 1. Narbe „während“.
 Fig. 2. Narbe „vor“; 2a. Papillen.
 Fig. 3. Narbe „während“; 3a. Papillen.
 Fig. 4. Papillen „nach“.
 Fig. 5. Pollenkorn.
 Fig. 6. Narbe „vor“.
 Fig. 7. Narbe „während“.
 Fig. 8. Narbe „nach“.
 Fig. 9 und 10. Narbe von *Polyg. orientale*.
 Fig. 11. Das Ovarium mit den drei Narben.
 Fig. 12. Eine der Narben „vor“.
 Fig. 13. Narbe „während“.
 Fig. 14. Narbe „nach“.
 Fig. 12a., 13a., 14a. Einzelne Papillenäste.
 Fig. 15. Narbe „vor“.
 Fig. 16. Narbe „während“.
 Fig. 17. Narbe „nach“.
 Fig. 18. Ein Narbenschengel „während“ der Bestäubung von *Lolium perenne*.
 Fig. 19. Die Narbe von derselben Pflanze „nach“ der Bestäubung.

Cryptica, eine neue Tuberaceengattung.

Von

Dr. R. Hesse.

Mit Tafel VI—VIII.

Die Uebergangsgruppe aus den typischen Tuberaceen zu der Gattung *Peziza* unter den Discomyceten bilden drei durch Tulasne unter die Tuberaceen gestellte, bisher nur in wenigen Species bekannt gewordene Gattungen: *Hydnotria*, *Hydnocystis* und *Genea*. Dieselben unterscheiden sich zwar durch mancherlei Eigenthümlichkeiten, insonderheit durch die Membranstructur ihrer Sporen von einander, indessen stimmen sie bezüglich des Baues ihrer Fruchtkörper insoweit überein, als das mit Paraphysen untermischte, die Sporenschläuche bildende Gewebe (Hymenium) immer nur von Peridialgewebe, d. h. solchen Zellenverbänden eingeschlossen erscheint, aus welchen die eigentliche Peridie besteht. Entweder bildet wie an den einkammerigen Fruchtkörpern von *Hydnocystis arenaria* Tul. und *Genea hispidula* Berk. die Peridie die alleinige Hülle des gesamten Hymeniums, oder es ist das letztere stellenweise von der eigentlichen Peridie, stellenweise von verzweigten oder unverzweigten Gewebestreifen (Leisten, Platten) umgeben, die von der Peridie entspringen, dieselbe gleichsam in das Innere des Fruchtkörpers fortsetzen und aus denselben Elementen wie die Peridie construiert sind. So bei *Hydnocystis gyrosa*, den meisten *Genea*- und sämtlichen *Hydnotriaspecies*. Ausser diesen Structureigenthümlichkeiten zeigen die in Rede stehenden Pilze innerhalb einer meist fleischigen Grund-

Fig. 4. Ein senkrechter Längsschnitt (nicht mehr axil) durch denselben Fruchtkörper. 80f. Vergr.

b. Basalportion (mit Myceliumschopf),

p. Peridientheil derselben,

p'. Peridientheil der oberen, grösseren Hälfte des Fruchtkörpers, allenthalben mit Haaren bedeckt,

a. asci, von Paraphysen (h) umschlossen.

Fig. 5. Ein reifer Fruchtkörper, in der Richtung vom Scheitel nach der Basalportion halbiert. Nat. Grösse

a. eine durch Einstülpung der Peridie entstandene, mit Haaren fast verstopfte Bucht,

p. Peridie,

m. Mycelium.

Fig. 6. Mycelium. 650f. Vergr.

Fig. 7. Stück des mit der Peridie (p) der Basalportion zusammenhängenden Myceliumschopfes. 600f. Vergr.

Tafel VII.

Fig. 8. Peridie des Fruchtkörpers, in der Richtung der Tangente durchschnitten. 300f. Vergr.

p. Peridie, sich in einen Gewebestreifen fortsetzend,

p'. innere Zellenlage der Peridie,

h. Haare,

a. asci, durchschnitten,

pr. Paraphysen,

s. Sporen.

Fig. 9. Eine Zusammenstellung von Haaren. 450f. Vergr.

o,o Zellen der Oberfläche der Peridie,

z. ein verzweigtes Haar.

Fig. 10. Schnitt der Gleba eines reifen Fruchtkörpers. 300f. Vergr.

v. Vena lymphatica (der Länge nach durchschnitten),

a. asci,

pr. Paraphysen,

sp. Sporen,

r. breite, gelbgefärbte Faser.

Tafel VIII.

Fig. 11. Schnitt durch zwei Peridialstreifen und die zwischen denselben befindliche Gleba. 100f. Vergr.

v. Vena lymphatica,

p'p'. Peridialstreifen,

p. Peridie,

a. asci zwischen Paraphysen (pr).

Fig. 12. Ein Peridialstreifen, der Länge nach durchschnitten. 300f. Vergr.

p'. Peridialstreifen,

a. asci,

pr. Paraphysen.

Fig. 13. Einzelne asci und 2 Paraphysen. 300f. Vergr.

a—f. asci, Entwicklungsfolge nach den Buchstaben,

g'. gallertige Verdickung der Ascusmembran.

Fig. 14. 2 dickbewarzte Sporen. 750f. Vergr.



Fig 1



Fig 2



Fig 3



Fig 5



Fig 4



Fig 7

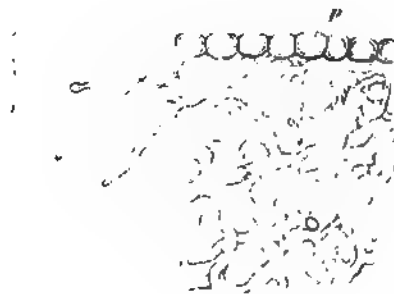


Fig 6



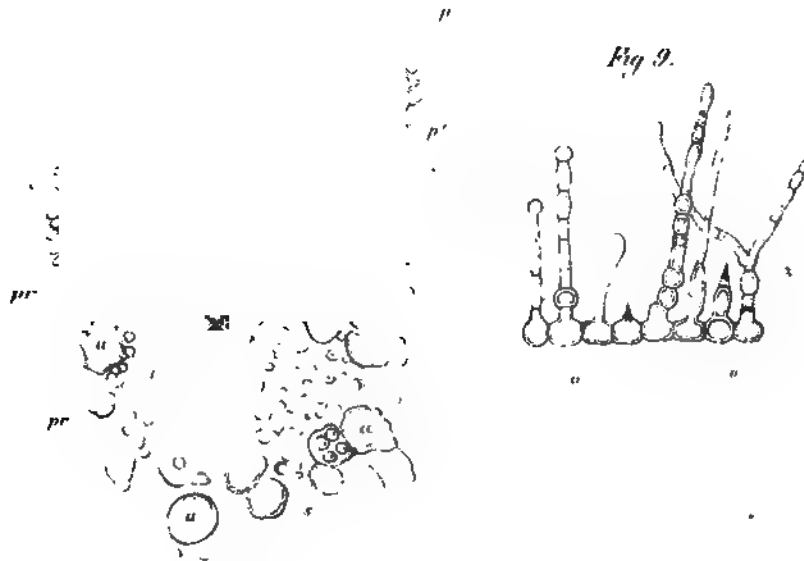


Fig. 10



R. Hesse ad nat. del.

C. Lauer lith.

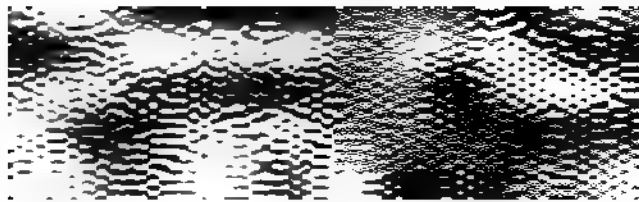


Fig. 11



Fig. 12



Fig. 13



Fig. 14



R. Hassse aut. nat. del.

C. Lauer lith.

Ueber die Anatomie des Eichenholzes.

Von

J. Abromeit.

Hierzu Tafel IX—XII.

Einleitung.

Im Jahre 1880 erhielt Professor Caspary von Charles S. Sargent Arnold, Professor of Arboriculture in Harvard College, Brookline Mass., eine sehr reichhaltige Sammlung werthvoller nord-amerikanischer Holzarten, worunter sich auch Stammstücke von 23 Eichen befinden.

Auf Anrathen des Professor Caspary suchte ich den anatomischen Bau der letzteren zu erforschen, da zu erwarten stand, dass die in morphologischer Hinsicht so sehr von einander verschiedenen Arten auch im inneren Bau einige Unterschiede erkennen lassen werden. Um nun einen möglichst grossen Ueberblick zu gewinnen, war es zunächst erwünscht, das Holz recht vieler Eichenarten zu untersuchen. Auf gütige Verwendung des Professor Caspary wurde die Holzsammlung des königsberger botanischen Gartens durch Sendungen zahlreicher, höchst werthvoller und seltener Eichenarten aus den botanischen Gärten zu Berlin und St. Petersburg bereichert, so dass es mir nunmehr möglich war, den anatomischen Bau des Holzes von 55 Eichenarten zu erforschen. Gerade die Kenntniss der nord-amerikanischen Hölzer ist für die Bestimmung unserer Tertiärflora von grosser Wichtigkeit, da besonders durch die vegetabilischen Einschlüsse des Bernsteins eine starke Verwandtschaft der damaligen

preussischen Flora mit der jetzigen nordamerikanischen bewiesen wird und es daher wahrscheinlich ist, dass unter den fossilen Laubhölzern, die sich jetzt bei uns finden und wohl vorzugsweise aus dem Tertiär stammen, auch Laubhölzer anzutreffen sind, auf die durch genaue Untersuchung der jetzt lebenden Eichenarten Licht in Betreff ihrer Verwandtschaft geworfen werden kann.

Ich habe in vorliegender Arbeit versucht, das Charakteristische im Bau des Eichenholzes festzustellen, woran hoffentlich auch fossile Stämme nach geeigneter Behandlung erkannt werden dürften. Sehr wesentlich erleichterten meine Untersuchungen zweckmässige Präparate, die von Moeller in Wedel in Holstein für den botanischen Garten zu Königsberg angefertigt wurden. Die Schnitte gewähren bei grosser Fläche eine gute Uebersicht über die Anordnung der verschiedenen Zellarten und Gefässe im Stamme, jedoch wurden diese über grössere Flächen Ueberblick gebende Schnitte meinerseits durch genauere anatomische Untersuchung ergänzt.

Der Stamm der Eichen war bereits beim Beginne der mikroskopischen Erforschung des inneren Baues der Pflanzen Gegenstand anatomischer Untersuchung. Die ältesten Anatomen Malpighi, Grew und Leeuwenhock widmeten dem festen und allgemein gebrauchten Eichenholz ihre Aufmerksamkeit und entdeckten seine wesentlichsten Bestandtheile: enge und weite Gefässe, Holzspitzzellen und Markstrahlen. Doch gelang es ihnen noch nicht, die parenchymatische Natur der Holzstumpfzellen den anderen Zellen gegenüber klar zu legen. Zwar bildet sie Malpighi¹⁾ vom Eichenholz auf dem radialen Schnitt ab, lässt sie jedoch auf der Abbildung des Querschnittes fort. N. Grew²⁾ lässt die Stumpfzellen auf der Zeichnung eines Querschnitts von Quercus, Tab. III. Fig. 7, fort, deutet sie jedoch auf Tab. 33 Fig. 2 an und bezeichnet sie mit den Buchstaben SZT. In der Figurenerklärung bemerkt er hierzu: „Probably one sort of sap-vessels heretofore in the barque“. Nachdem

1) Malpighi: Anatome plantarum, Tom. II, p. 8, Fig. 21 zwischen DD der Tab. VI.

2) Nehemias Grew: The anatomy of plants, 1682.

Leeuwenhoek¹⁾ an den grossen Gefässen der Eiche die gehöften Poren, ohne sie richtig zu deuten, entdeckt und Moldenhawer²⁾ die Holzstumpfszellen den Spitzzellen gegenüber genügend charakterisirt hatte, wurde die Kenntniss des anatomischen Baues des Eichenholzes bis auf unsere Zeit nicht wesentlich gefördert. Zwar weist Hill³⁾ schon 1770 darauf hin, dass bei immergrünen Eichen die Gefässe im Stamme eine radiale Anordnung erkennen liessen, doch hat er seine Untersuchungen an zu jungen, noch nicht ausgewachsenen Stämmen gemacht. Auch sind seine Angaben bei Anwendung von volksthümlichen Namen für verschiedene Eichenarten zu unbestimmt, als dass sie der weiteren Forschung einen sicheren Grund hätten geben können. In jungen, 1—6jährigen Eichenstämmen sind die Gefässe und Holzspitzzellen stets radial angeordnet. Erst im älteren Stamm nehmen die Gefässe eine beständige Gestalt an und befinden sich dann in bestimmter, gewissen Arten charakteristischer Anordnung unter den übrigen Bestandtheilen des Holzes. Daher eignet sich das später entstandene, secundäre Holz zur Unterscheidung von Holzarten nach anatomischen Merkmalen am besten. —

Es blieb Hugo von Mohl⁴⁾ vorbehalten, im Eichenholz zweierlei Arten von Spitzzellen zu entdecken, nämlich solche, die keine „Tüpfel“ besitzen und andere, welche meist in der Nähe der Gefässe befindlich „Hoftüpfel“ aufzuweisen haben. Diese Entdeckung wurde später von Theodor Hartig⁵⁾ bestätigt, denn dessen „linsenräumig getüpfelte Holzfaser“ ist nichts anderes als die gehöft geportete Holzspitzzelle. Letzterer weist zugleich mit Bestimmtheit auf die Verschiedenheit in der Grösse und Anordnung der Gefässe des Eichenholzes hin und verwendet diese Verhältnisse zur Charakteristik des Stammes von Quercus. Er hebt hervor die Anordnung der Holzstumpfszellen („Schichtzellen“) zu tangentialen

1) Leeuwenhoek: Opera omnia, Tom. I p. 12, Fig. 4 u. 7; Tom. III p. 288, Fig. 19, Tom. III p. 464, Fig. 10 u. 11.

2) Moldenhawer: Beyträge zur Anatomie der Pflanzen, 1812.

3) John Hill: The construction of timber from its early growth. London 1770, p. 169.

4) v. Mohl: Ueber die Poren des Pflanzenzellgewebes, 1828, p. 23.

5) Th. Hartig: Vollständige Naturgeschichte der forstlichen Culturpflanzen Deutschlands, 1851, p. 144.

Streifen und erkennt richtig, dass sie aus „Cambialfasern“ durch Quertheilung derselben entstehen.

Carl Sanio¹⁾ macht auf vier verschiedene Arten von Markstrahlen des Eichenstammes aufmerksam, stellt jedoch für *Quercus Ilex* breite primäre Markstrahlen in Abrede, eine Beobachtung, die ich am Stamm derselben Eichenart (entstammend dem Königl. botanischen Garten zu Berlin) nicht bestätigt gefunden habe. Dagegen betont er die nahezu gleiche Grösse und radiale Anordnung der Gefässe bei erwähnter Eiche.

Es berücksichtigt ferner Wiesner²⁾ den anatomischen Bau von *Quercus pedunculata* Ehrh., *Q. sessiliflora* Sm., *Q. Cerris* L. und *Q. pubescens* Willd. Seine Beobachtungen sind lückenhaft und erstrecken sich nur auf Querschnitte. Es kann nicht gerechtfertigt werden, dass er auf dem Querschnitt von *Q. Cerris* die radial angeordneten Züge kleiner Gefässe, die man schon mit blossem Auge erkennen kann, nicht abbildet.

In neuester Zeit zogen J. Möller³⁾ und Paul Sanio⁴⁾ den Eichenstamm nochmals zur näheren Untersuchung. Ersterer giebt eine genauere Beschreibung der Bestandtheile des secundären Holzes von *Quercus Cerris* und fügt dabei bereits Bekanntem nichts wesentlich Neues hinzu. P. Sanio berücksichtigt bei Bearbeitung des Stammes von *Quercus pedunculata* das Holz der Markscheide und entdeckt die getheilte Holzspitzzelle, welche mit der gefächerten Libriformfaser C. Sanio's identisch ist.

Es hat bisher kein Anatom den Bau des Holzes sehr vieler Arten dieser grossen Gattung näher zu erforschen gesucht, um die bereits aufgestellten Diagnosen des Eichenholzes zu prüfen und sichere Merkmale für Arten oder Artgruppen zu gewinnen. Das, was die erwähnten Forscher von dem Bau einiger Stämme aus sagten, bedurfte noch einer weiteren Bestätigung durch ausgedehntere Untersuchungen. Ich will jedoch damit keineswegs behaupten, dass meine Arbeit bereits den Abschluss der anatomischen Erfor-

1) C. Sanio: Botanische Zeitung Jahrg. 1863, p. 404 u. 408.

2) Wiesner: Rohstoffe des Pflanzenreichs, 1873, p. 607.

3) Möller: Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu Wien, 1876, 36. Bd., mathem.-physikal. Klasse, p. 297.

P. Sanio: Programm der Realschule auf der Burg. Königsberg 1877, p. 6.

schung bilde, sondern behalte es mir vor, über diesen Gegenstand noch weitere Ergebnisse zu sammeln.

Die Holzanatomie bietet rüstigen Arbeitern ein weites Feld für emsige Thätigkeit, und erst dann werden vollkommen sichere Resultate erzielt werden, wenn möglichst viel Material von einheitlichen Gesichtspunkten aus gut untersucht sein wird. Es war durchaus nothwendig, gewisse unveränderliche Grössen- und Lagerungsverhältnisse von Holzbestandtheilen aufzusuchen, um dieselben zur Gruppierung der verschiedenen Eichenhölzer zu verwerthen. Zunächst eignen sich Anordnung und Baubeschaffenheit der Gefässe zur Bildung grösserer Artgruppen, und die Dimensionen der Markstrahlen sowie die Art ihrer Vertheilung im Stamme bieten Merkmale dar, die in einigen Fällen sogar die Eichenart erkennen lassen. Doch darf auf dieses letztere Merkmal nicht unbedingt Gewicht gelegt werden, da bereits Beobachtungen lehren, dass die Ausdehnung und Anordnung der grossen Markstrahlen einige Schwankungen zeigen. Es müssten zahlreiche Untersuchungen verschiedener Stämme einer und derselben Art angestellt werden zum Zweck der Begrenzung von Abweichungen im Bau und Anordnung der Markstrahlen. Das Holz der meisten von mir untersuchten Eichen zeigt recht zahlreiche nahestehende breite Markstrahlen, die stets mit blossen Auge wahrgenommen werden können. Nur bei *Quercus rugosa* Née ¹⁾, *Q. chrysolepis*., *Q. glabra* Thbg., *Q. oblongifolia* Torr., *Q. cuspidata* Thbg. ²⁾ und ganz besonders auffallend bei *Q. dilatata* Lindl., einer Eiche vom Himalaya, bemerkte ich eine wesentliche Abänderung im Bau derselben. Die breiten Markstrahlen verschwinden hier gegen die Peripherie des Stammes, indem sie von recht zahlreichen Holzspitz- und Stumpfzellen, seltener von Gefässen durchsetzt werden, was besonders auf dem tangentialen Schnitt gut zu erkennen ist. Bei *Quercus dilatata* erscheint der ganze breite Markstrahl unter dem Mikroskop in viele kleine Markstrahlen aufgelöst. Es sind dies die „aussetzenden Markstrahlen“ Hartig's ³⁾, welche

1) Bei dieser und *Q. Ilex* sind sie von Spitzzellen stark durchsetzt.

2) Bei diesen Arten treten einige Markstrahlen an der Peripherie des Stammes nicht heraus.

3) Botanische Zeitung 1859, p. 94.

Wiesner¹⁾ „scheinbar deutliche“ nennt und sie nur für *Tectonia grandis* L. fil., *Alnus*, *Carpinus* und *Corylus* angiebt.

Sehr eigenthümlich ist auch das öftere Vorkommen von Krystallen des oxalsauren Kalks²⁾, die meines Wissens nur von Schacht³⁾ für Eichenholz und zwar im Parenchym von *Quercus Suber* constatirt wurden. Ich fand sie in Holzstumpf- und Markstrahlzellen vieler Eichen und nur in dem Holz folgender Arten habe ich sie nicht finden können. Es sind dies: *Quercus pedunculata*, *Thomasii*, *sessiliflora*, *macranthera*, *grosseserrata*, *lobata*, *Prinus*, *aquatica*, *Catesbaci*, *imbricaria*, *chrysolepis*, *glauca*, *gilva*, *glabra* und *cuspidata*. Bei *Quercus virens* Ait. und *hypoleuca* Engelm. konnte ich sie nur in den Stumpfzellen entdecken, doch dürften sie wohl auch hier in den Markstrahlzellen noch vorkommen.

Th. Hartig⁴⁾ scheint im Eichenholz Aehnliches gesehen zu haben, doch giebt er keinen genauen Aufschluss über die chemische Natur der Krystalle und nennt auch keine bestimmte Eichenart, deren Holzzellen dergleichen enthalten könnten. Ich bemerkte die erwähnten Krystallkörper in der Nähe Stärke führender Stumpfzellen. Im Holz des jungen Stammes von *Quercus Fordii* Hort. konnte ich fünf vertical über einander liegende, aus einer cambialen Zelle durch Quertheilung entstandene Stumpfzellen beobachten, von denen je zwei Endzellen Stärkekörner und die mittlere vier Krystalle enthielten. Die Stärkekörner wurden wie gewöhnlich durch Jodzusatz blau, während die Krystalle hell blieben; auch zeigten letztere weder gebogene abgerundete Kanten wie die Krystalloide, noch zersetzten sie sich in der Essigsäure, sondern lösten sich in Salz- oder Salpetersäure, ohne aufzubrausen. Dieses Verhalten zu den Reagentien nöthigte mich, sie für Krystallformen des oxalsauren Kalks zu halten, der ja für einige Hölzer und für die Rinde von *Quercus pedunculata*

1) l. c. p. 522 u. 523.

2) Fig. 1 a, b, c, d. Nach Souchay und Lenssen (*Annalen der Chemie und Pharmacie*, Bd. 100 p. 311) haben die klinorhombischen Formen die Zusammensetzung:

$$\left. \begin{array}{l} \text{CaO} \\ \text{CaO} \end{array} \right\} \text{C}_4\text{O}_6 + 2 \text{ aq.}, \text{ die quadratischen } \left. \begin{array}{l} \text{CaO} \\ \text{CaO} \end{array} \right\} \text{C}_4\text{O}_6 + 6 \text{ aq.}$$

3) Schacht: *Der Baum*, p. 193.

4) Th. Hartig: *Anatomie und Physiologie der Holzpflanzen*, 1878, p. 122.

schon von C. Sanio¹⁾ nachgewiesen wurde. Auf meine Bitte hatte **Herr** Professor Bauer die Güte, einige Copien dieser Krystalle in **Augenschein** zu nehmen und sein massgebendes Urtheil dahin zu **äussern**, dass die copirten Krystallkörper im Allgemeinen von den **monoklinen** Krystallen des oxalsauren Kalks, wie sie von Holzner²⁾ **beschrieben** und abgebildet wurden, nicht verschieden sein dürften, **aber** wegen ihrer Kleinheit (die Krystalle sind 0,017—0,020 mm **lang**, wenigstens in der Mehrzahl der Fälle) keine oder doch nur **eine** sehr zeitraubende krystallonomische Untersuchung zuliessen, **ohne** welche man über die systematische Stellung der erwähnten **Krystalle** nichts mit Bestimmtheit aussagen könne. Für das freundliche Entgegenkommen des Herrn Professor Bauer bringe ich hier **pfllichtschuldigst** meinen besten Dank.

Die Bestandtheile des Eichenholzes im Allgemeinen.

Am besten treten die wesentlichsten Grundbestandtheile des **Holzes** auf Querschnitten hervor, und will man die einzelnen Zellen **einer** genauen Untersuchung unterwerfen, so empfiehlt es sich, das **Holz** in wässriger Chromsäurelösung oder durch Kochen in der **Schultze'schen** Mischung zu maceriren. Ich behandelte das Eichenholz mit Chromsäurelösung, weil mir diese bequemer schien und **eben** dieselben Resultate ergab wie die beim Kochen schädliche **Dämpfe** entwickelnde Schultze'sche Mischung. —

Zunächst will ich die Zellen, wie sie dem Auge des Beobachters im Verbande als fester Holzkörper erscheinen, berücksichtigen und die durch Maceration gefundenen Ergebnisse theils hier schon bei **Beschreibung** einzelner Zellen, theils später bei Charakterisirung der **Hölzer** verwenden.

1) Monatsberichte der Berliner Akademie vom April 1857, p. 252. — *Linnaea* 1857, 29. Bd. p. 127. — J. Möller in den Denkschriften der k. k. Akademie zu Wien. Mathem.-physik. Classe 1876, p. 371 u. 375.

2) Holzner: Flora 1864, p. 273.

radiale Schnitt zeigt keine „Spiegel“, die ich bei allen Eichen doch sonst vorfand.

Am dichtesten und breitesten (0,5—1 mm horizontal) fand ich die Markstrahlen in den Stämmen von *Quercus Cerris*, *serrata*, *rugosa*, *nigra*, *palustris*, *paucilammellosa*, *glabra*, *thalassica*, *Burgeri*, *oblongifolia*, *virens*, *Wislizeni*, *Phellos* und *imbricaria*. Breite, horizontal mehr als 5 mm abstehende Markstrahlen kommen vor bei *Quercus rubra*, *Catesbaei* und *bicolor*. Dasselbe Verhältniss soll nach Wiesner¹⁾ bei *Quercus sessiliflora* obwalten. Am spärlichsten sind sie aber im Stamme von *Quercus cuspidata* Thbg. zu finden, wo sie sowohl vertical als auch horizontal 1—2 cm entfernt den Holzcylinder radial durchsetzen. Auf vielen Querschnitten waren keine breite Markstrahlen zu bemerken, so dass ich anfangs vermuthete, diese Eiche würde dieselben überhaupt entbehren. Nach längerem Suchen stiess ich endlich auf breite Markstrahlen, und bei vorsichtiger Behandlung des bereits morschen Holzes gelang es mir, alle sonst bei Eichen beobachteten Modificationen der Markstrahlen zu entdecken. Doch sind die meisten Markstrahlen secundär, die wenigsten primär und „aussetzend“. Betrachtet man den von der Rinde entblösten längsstreifigen Stamm von der Seite, so bemerkt man an seiner Oberfläche etwa 2—5 mm lange und 0,5—1 mm breite vertical gestreckte Grübchen mit rundlichen Rändern. Dieses sind die Ausmündungsstellen breiter Markstrahlen, und man wird letztere stets treffen, wenn man, dieses Merkmal beachtend, durch den Stamm Schnitte macht. Es wäre sehr interessant, zu erfahren, ob solche Eigenthümlichkeiten im Stammbau bei allen asiatischen Eichen der Abtheilung *Chlamydobalanus* Endl., zu welcher auch *Quercus cuspidata* gehört, anzutreffen sind. Brandis²⁾ bemerkt allerdings bei Erwähnung der zu *Chlamydobalanus* gehörigen *Quercus lancifolia* Roxb.: „A species differing from most other oaks by a ruminant albumen and by the structure of the wood, which has very fine medullary rays“, doch bedarf diese Bemerkung noch einer weiteren Bestätigung, da breite Markstrahlen

1) l. c. p. 605.

2) Brandis: The forest Flora of North-West and Central-India, London 1874, p. 489.

nur selten¹⁾ zu sein brauchen, um bei weniger sorgfältig angestellten Untersuchungen für fehlend erklärt zu werden. Meine Forschungen ergeben, dass in allen von mir untersuchten Eichenstämmen sowohl breite als auch schmale Markstrahlen vorkommen, woran das Holz der Gattung *Quercus* von den verwandten Gattungen *Castanopsis* und *Castanea*, deren Stämme nur schmale, 1—2 Zellen²⁾ breite Markstrahlen besitzen, leicht unterschieden werden kann.

Gewöhnlich sind die Zellen der Markstrahlen radial gestreckt, doch kommen sie auch in nahezu kubischer Form vor in noch jugendlichen Stämmen hin und wieder und fast regelmässig am Schluss des Jahresringes im Herbstholz³⁾. Ihre Querwände stehen nur bei den in der Mittellinie des Strahls befindlichen Zellen in tangentialer Richtung, senkrecht zu den Längswänden. Dagegen sind die Querwände der von der Mediane seitlich gelegenen Zellen zu ihren Längswänden schief gerichtet, so dass sie mit den letzteren spitze, nach der Peripherie des Stammes gerichtete Winkel von 15—60° bilden. Auffallend spitz sind diese Winkel bei *Quercus oblongifolia*⁴⁾, *laurifolia* und *glauca*, wovon man sich bei Betrachtung von Querschnitten überzeugen kann. Nach der Maceration tritt die prosenchymatische Gestalt dieser im Mittel 0,14 mm langen und 0,020 mm breiten Markstrahlzellen am deutlichsten hervor. Sehr eigenthümlich ist auch das Vorkommen ungewöhnlich hoher platter Zellen, die vertical 0,10 mm messen und neben relativ niedrigen 0,02 mm hohen Zellen stehen. So in den breiten Markstrahlen von *Quercus oblongifolia*⁵⁾. Die Grössenverhältnisse der Markstrahlzellen werden durch folgende Zahlen am besten verdeutlicht werden.

Länge 0,05 mm im Mittel⁶⁾

Höhe und Breite 0,022 - - -

Die Wände der Markstrahlzellen fand ich 0,0041 mm dick. Gewöhnlich besitzen sie einfache 0,003—4 mm weite Poren. Doch

1) oder stark von Holzzellen durchsetzt.

2) Seltener sind sie horizontal 3 Zellen breit.

3) Fig. 3 m.

4) Fig. 4 a.

5) Fig. 4 b.

6) Das Mittel resultirt aus 171 Messungen aller untersuchten Eichenarten.

zeigen sie an den Gefässen auch gehöfte Poren, deren Durchmesser 0,0087 mm und darüber ist.

Am dichtesten sind die in tangentialer Richtung stehenden kürzeren Wände der Markstrahlzellen geport, ein Umstand, der die Böttcher nöthigt, die Fassdauben in radialer Richtung oder etwas schief zum Verlauf der Markstrahlen aus dem Eichenstamm herauszuschneiden. Sind auch die tangentialen Längswände der Markstrahlzellen dicht geport, wie bei *Quercus Cerris*¹⁾, *Q. serrata* und den amerikanischen „Black-Oaks“, so eignet sich das Holz zur Anfertigung von Flüssigkeitsbehältern überhaupt nicht. Das Holz dieser Eichen gewährt hauptsächlich aus dem erwähnten Grunde dem Wasser leichter Zutritt, erweicht und wird leicht faul. Dagegen kann es sehr wohl zu Trockengefässen verarbeitet werden.

Die Markstrahlzellen, aber nur die der breiten Strahlen, zeigen Poren, die auf Zellzwischenräume ausgehen²⁾, eine von Professor Caspary an *Quercus pedunculata* zuerst beobachtete Eigenthümlichkeit dieser Zellen. Ich fand sie in den breiten Markstrahlen vieler Eichen. Die Markstrahlzellen führen nicht selten Stärkekörner, deren Grösse in den meisten Fällen 0,0087 mm war. Doch enthalten die grossen breiten Markstrahlen nur in gewissen Zellen und ganz ausschliesslich Stärke, die durch Jod leicht nachweisbar war. Andere, und zwar die meisten Markstrahlzellen hatten Gerbstoff zum Inhalt. Am besten war derselbe an der blauen Eisenreaction und ganz besonders auch bei Zusatz einer Lösung von bichromsaurem Kali zu erkennen. Die kleinen Markstrahlen führen meistens nur Gerbstoff. In den breiten Markstrahlen vieler Eichen³⁾ konnte ich die bereits erwähnten Krystalle von oxalsaurem Kalk wiederfinden. Ganz besonders zahlreich waren sie in den breiten Markstrahlen von *Quercus*

1) Wiesner: l. c. p. 604 und nach werthvollen Angaben über amerikanische Eichenhölzer von Dr. Engelmann in einem Briefe an Herrn Prof. Caspary vom 29. 8. 82 aus Brookline Mass.

2) Fig. 2.

3) *Quercus thalassica*, *Burgeri*, *paucilammellosa*, *dilatata*, *lanuginosa*, *Ilex*, *Ilex* var. *Fordii*, *coccifera*, *Calliprinos*, *rugosa*, *agrifolia*, *Suber*, *Turneri*, *oblongifolia*, *coccinea*, *serrata*, *Phellos*, *palustris*, *rubra*, *rubra* var. *texana*, *tinctoria*, *Kelloggii*, *austriaca*, *Cerris*, *laurifolia*, *falcata*, *stellata*, *Garryana*, *undulata* var. *grisea*, *iberica*, *castaneifolia*, *bicolor*, *Michauxii*, *heterophylla*, *alba*, *lyrata*, *Wislizeni*, *macrocarpa*.

laurifolia, *Michauxii* und *Wislizeni* zu beobachten. Neben den erwähnten Bestandtheilen des Zellinhalts der Markstrahlen kommt auch Harz in kleinen Quantitäten vor, durch essigsaures Kupfer (Unverdorben-Franchimont'sches Reagens) und Hanstein's Anilinviolett nachweisbar.

Die Hauptbestandtheile des Eichenstammes sind: die Markstrahlen, das primäre und das secundäre Holz. Ersteres ist in einer dünnen Schicht um den centralen Markkörper gelagert, wurde von Hill¹⁾ zuerst genauer erkannt und beschrieben. Er nennt es *corona medullaris* (circle of propagation) weil er annahm, dass es zum Wachsthum des Stammes wesentlich beitrage; eine irrige Behauptung, die durch bessere Beobachtung beseitigt wurde.

Dieses primäre Holz, auch Markscheide genannt, wird von den erstgebildeten Bestandtheilen des Stammes zusammengesetzt und enthält Schraubengefäße und sehr enge Schraubenleitzellen in mehr oder weniger radialer Anordnung. Die Gefäße sind hier fast durchweg leiterförmig durchbrochen, während die Durchbrechung mit rundem Loch seltener zu beobachten ist. Dagegen sind im secundären Holz aller von mir untersuchten Eichen mit Ausnahme von *Q. cuspidata*²⁾ und *Q. pedunculata* im Splint, wo an einigen Gefäßen auch eine leiterförmige Durchbrechung zu bemerken war, die Gefäße mit rundem oder langelliptischem Loche durchbrochen. Die Porenleitzellen mit ihren dünnen Wänden und meist quergestellten Poren sind nur in der Markscheide zu finden, aber keineswegs im secundären Holz. Ich hebe dieses ausdrücklich hervor, weil Wiesner die dünnwandigen, gefässähnlichen Uebergangszellen³⁾ (= Tracheiden C. Sanio z. Theil), die im secundären Holz nur in der Nähe von Gefäßen stehen, für „getüpfelte Leitzellen“⁴⁾ hält. Nach Prof. Caspary⁵⁾ kommen Leitzellen nur in der Markscheide vor. Zwar sind die Be-

1) l. c. p. 24.

2) Fig. 11.

3) Auf den Rath des Professors Caspary nenne ich diese weiten, oft schon an einem Ende durchlöcherten Zellformen „Uebergangszellen“, weil sie in der That einen Uebergang der dünnwandigen Holzspitzzelle in das Gefäß vorstellen und in morphologischer Hinsicht zwischen beiden die Mitte halten.

4) Wiesner: l. c. p. 605.

5) Pringsh. Jahrb. Bd. IV. p. 101.

dilatata, paucilammellosa und chrysolepsis oft nicht zu finden. Dieses kommt daher, dass bei den meisten immergrünen Eichen kein periodischer Stillstand in der Vegetation eintritt, wodurch eine wesentliche Abänderung der Zelldimensionen bewirkt wird. Durch die continuirliche Thätigkeit des Cambiums werden in stetiger Aufeinanderfolge die gleichen Bestandtheile ohne bedeutende Abweichung gebildet. Nur bei den immergrünen Eichen: *Quercus Wislizeni*, *castaneifolia*, *glandulifera*, *serrata* und zum Theil auch bei *Qu. cuspidata*.¹⁾ wie bei *Q. agrifolia* sind die Grenzen der Jahresringe durch weitere Gefässe im Frühlingsholz markirt und daher schon mit blossem Auge sichtbar. Mit dem Mikroskop erkennt man jedoch in sehr vielen Fällen sogar die Grenzen der scheinbar undeutlichen Jahresringe. Bei den meisten immergrünen Eichen, in deren Stämmen gleich grosse isolirte Gefässe in radialen Zügen angeordnet stehen, kann man dennoch kürzere oder längere, tangentiale schmale Reihen dunklerer Holzzellen²⁾ entdecken, durch welche die Jahresringe angedeutet werden. Bei den japanesischen immergrünen Eichen, die ich untersuchen konnte, werden sie durch diese dickwandigen concentrisch gelagerten tangential breiten Holzzellen recht regelmässig bezeichnet. Die darauf folgenden Zellen des nächsten Jahresringes sind etwas weitlichtiger, doch besitzen die Gefässe bei einem Durchmesser von 0,17 mm gleiche Weite, sind völlig isolirt und nach dem Typus der immergrünen Eichen radial angeordnet. Diese Verhältnisse zeigen Querschnitte von *Quercus glabra*, *glaucula*, *gilva*, *thassica*, *Burgeri* und *cuspidata* sehr deutlich. Weniger gut ausgeprägt sind die Jahresringe bei folgenden immergrünen Arten: *Quercus virens*, *oblongifolia*, *Ilex* nebst der var. *Fordii*, *Suber*, *coccifera*, *lanuginosa*, *Calliprinos* und *rugosa*.

1) Auch bei *Castanopsis chrysophylla*.

2) Th. Hartig nennt diese Zellen „Breitfasern“ (Leben der Pflanzenzelle p. 42). Ueber die Unzulässigkeit dieser Bezeichnung vrgl. C. Sanio in der Bot. Zeitung von 1863, No 11.

G e f ä s s e .

In den Stämmen der Eichen mit abfallendem Laube, wie auch einiger immergrüner Arten, bemerkt man auf Querschnitten zwei Arten von Gefässen, die sich durch Weite und Anordnung von vorn herein unterscheiden. Während die grossen 0,30—0,45 mm weiten Gefässe sich im Frühlingsholz befinden¹⁾, wo sie dicht stehend concentrische Kreise zusammensetzen, sind andere, 0,02—0,20 mm weite, sogenannte kleine Gefässe²⁾ in schmälern und breiteren Zügen radial quer durch den Jahresring angeordnet, so dass sie auf dem Querschnitt im Ganzen ein baumartiges Bild oder hellere Streifen von verschiedener Breite erkennen lassen. Doch konnte ich in schmälern Jahresringen letztere auch in einer zum Radius schief gehenden Richtung angeordnet vorfinden. Stets sind die Gefässe von weitlichtigen Uebergangs- und Stumpfcellen umgeben. Seltener finden sich dickwandige Holzspitzzellen in ihrer Nähe. Wie bereits erwähnt, sind in den Stämmen der meisten immergrünen Eichen nur Gefässe einerlei Art³⁾ anzutreffen, deren Weite 0,15 mm im Mittel beträgt, mithin in Bezug auf die weiten Gefässe der Eichenarten des anderen Typus gering zu nennen ist. Diese gleichweiten Gefässe lassen nur eine radiale Anordnung erkennen und ihre Wände sind im Mittel 0,0087 mm dick, eine Eigenthümlichkeit, die sie allerdings mit den kleinen Gefässen einiger Arten der Eichen mit wechselnder Belaubung gemein haben. — Am kürzesten sind die weiten Gefässe des Frühlingsholzes bei *Quercus pedunculata* und *mongolica*, wo der Querdurchmesser die Länge des Gefässes übertreffen kann. Bei ersterer war ein Gefäss 0,20 mm lang und 0,32 mm weit, bei letzterer ein solches von 0,26 mm Länge und 0,35 mm Weite anzutreffen. Beide zeigten das Aussehen kurzer gerader Cylinder; aber nicht immer ist die Gestalt der Gefässe so regelmässig. Ihre Enden sind in den meisten Fällen schnabelartig ausgezogen⁴⁾. In dem Holz von *Quercus Wislizeni*, *thalassica* und *cuspidata* sah ich Gefässe mit 0,17 mm langen Schnäbeln. Dieselben stiessen mit schiefen

1) Fig. 27 G u. 28 G.

2) Fig. 27 g u. 28 g.

3) Fig. 29 G.

4) Fig. 6, 7 u. 9.

Enden aufeinander und communicirten durch rundliche oder elliptische Löcher. Das Ende eines Gefässes kann auch durch zwei einander genäherte Löcher mit zwei anstossenden Gefässen in Verbindung stehen, wie ich an macerirtem Material von *Quercus pedunculata*¹⁾ und *oblongifolia*²⁾ beobachten und abbilden konnte.

Nicht immer findet sich die Durchbrechung des Gefässes an dessen Ende; bei *Quercus oblongifolia* kommt sie nahezu in der Mitte der engeren Gefässe vor. Bei den Gefässen des secundären Eichenholzes ist die Durchbrechung mit grossem länglich rundlichem Loche Regel, doch kommt an den Gefässen von *Quercus pedunculata* hin und wieder die leiterförmige Perforation vor, namentlich im Splint. Dasselbe konnte ich im Holze von *Quercus cuspidata* beobachten, wo diese Art der Durchbrechung der Gefässe öfter vorkommt, wie ich bereits erwähnt habe.

Die Gefässe können einfach und gehöft geport sein. Sobald sie an Markstrahlen stossen, werden ihre Wände unregelmässig weit, zuweilen gehöft geport. Die Poren sind flach, im Umriss elliptisch oder länglich, fast viereckig. Eine völlige Resorption der Gefässwand konnte ich hier nicht feststellen. Gefässe mit solchen breiten Poren werden von Professor Caspary³⁾ als „gefelderte“ bezeichnet.⁴⁾ Diese flachen grossen Poren sind an den grossen Gefässen von *Quercus pedunculata* sehr unregelmässig gestellt und zuweilen doppelt begrenzt. Bei den immergrünen Eichen⁵⁾, besonders aber an den Gefässen von *Quercus glabra*, *rugosa*, *chrysolepis* sah ich sie nicht selten sehr regelmässig länglich viereckig. Die Markstrahlzellen zeigten in diesem Falle regelmässige, quer über die Breite der Wand sich erstreckende Poren. Ganz dieselbe Erscheinung konnte ich an Holzstumpfzellen⁶⁾ wahrnehmen, wenn dieselben am Gefäss standen. Letzteres besass dann leiterförmig angeordnete Poren, was recht häufig im Splint der immergrünen Arten wahrzunehmen war, doch

1) Fig. 5.

2) Fig. 6.

3) „Ueber die Gefässbündel der Pflanzen“. Monatsberichte der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 10. Juli 1862.

4) Fig. 8.

5) Fig. 9.

6) Fig. 25.

und wenig gedrängt anzutreffen, doch füllen sie das Lumen derselben bei *Quercus paucilammellosa* und *dilatata* vollkommen, zu dichten Zellmassen geballt.

Uebergangszellen.

In der Nähe der Gefässe und nur hier befinden sich die Uebergangszellen¹⁾. Sie sind eine gefässartige Modification der Holzspitzzellen, unterscheiden sich jedoch von diesen durch ihre dünnen Wände (0,0041 mm), die stets mehr oder weniger spaltenförmige gehöfte Poren in linksläufiger Spirale angeordnet aufweisen. Ihre Wände zeigten in keinem Eichenholz irgendwelche Verdickung von Ring- oder Spiralforn.

Auch in der Länge sind sie von den kleinen engen Gefässen äusserst wenig verschieden. Sie sind bei allen untersuchten Eichenarten im Mittel 0,50 mm lang und 0,017 mm weit. Am längsten fand ich sie bei *Quercus alba* (1,18 mm lang), am kürzesten bei *Q. Durandii* und *Q. lyrata* (nur 0,20 mm lang). Ihre Enden sind nicht selten doppelt gekniet, wenn sie an Markstrahlen vorübergehen. Doch sind ihre Spitzen auch in Form von Widerhaken, wie bei *Quercus Wislizeni* und *Q. virens* hin und wieder zu beobachten. Gar nicht selten sind ihre Enden fussförmig²⁾ erweitert oder gabelig getheilt³⁾ (*Q. Wislizeni* u. a.). Die Gefässe drücken sie meist etwas flach, wobei ihre Wände verbreitert und wegen der Poren nach dem Zellinnern zu gezackt erscheinen. In den meisten Fällen führen sie keinen Inhalt (nur bei *Quercus dilatata* und *paucilammellosa* enthalten sie Gerbstoff).

1) Tracheiden, C. Sanio, Botanische Zeitung 1860, p. 201.

2) Fig. 16 a.

3) Fig. 17.

Holzspitzzellen.

Den vorigen Zellen sind die dickwandigen Holzspitzzellen am ähnlichsten. Im wesentlichen kann man bei allen Eichen zwei Modificationen dieser Zellen unterscheiden:

1. die ungetheilte Spitzzelle, welche sowohl ohne als auch mit beiden Porenarten vorkommt;
2. die getheilte oder gefächerte Holzspitzzelle (= prosenchyma septatum C. Sanio).

Letztere ist in der Grundmasse des Eichenholzes nur sehr spärlich vertreten. Am zahlreichsten konnte ich sie bei *Quercus Garryana* vorfinden. Die enge dickwandige ungetheilte Holzspitzzelle bildet bei den meisten Eichenstämmen die Grundmasse des secundären Holzes, nur bei *Quercus lyrata* haben die weitlichtigen Zellen über sie ein merkliches Uebergewicht in quantitativer Hinsicht. Die Holzspitzzellen sind hier in radial gestellten Gruppen anzutreffen, die von einander durch radiale Gefäß- und Uebergangs- wie auch Stumpfszellgruppen, die Markstrahlen nicht zu vergessen, getrennt werden. Diesem Umstande schreibe ich die Leichtigkeit und Weichheit des Holzes von *Quercus lyrata* zu. Die dickwandigen Holzspitzzellen tragen wesentlich zur Schwere des Holzes bei. Es war schon Du Hamel du Monceau¹⁾ bekannt, dass das Kernholz mit dickwandigen Spitzzellen schwerer und dichter ist als der Splint mit vorwiegend weitlichtigen Zellarten. In den Stämmen der immergrünen Arten *Quercus dilatata*, *chrysolepis*, *paucilammellosa*, *glabra*, *glauca*, *gilva*, *Burgeri*, *virens*, *lanuginosa*, *rugosa* und *virens* sind sie die vorherrschende Zellart.

Die Länge der Holzspitzzellen fand ich bei allen untersuchten Eichen im Mittel (aus 171 Messungen) 1,224 mm, die Breite 0,017. Die kürzesten Holzspitzzellen beobachtete ich an einem allerdings jungen Stamme von *Quercus Calliprinos*. Sie massen nur 0,308 mm. Die längsten fand ich im ausgewachsenen secundären Holz von *Quercus aquatica* mit einer Länge von 2,04 mm und der im Mittel angegebenen Breite; sie sind mithin die längsten Holzspitzzellen,

1) Du Hamel du Monceau: „De l'exploitation des bois“, p. 122 u. 476.

denn C. Sanio¹⁾ fand nach seinen umfangreichen Untersuchungen die bedeutendste Länge dieser Zellen bei *Avicennia* sp., in deren Holz sie 2 mm messen sollen. — Am weitlichtigsten fand ich die Holzspitzzellen bei den weniger dauerhaften Stämmen der Arten *Quercus Garryana*, *Phellos*, *Prinos*, *nigra*, *Catesbaei* und *agrifolia*, wo sie 0,02—0,03 mm breit sind.

Das Holz dieser Eichen lässt sich auch leichter schneiden, als das der anderen Arten. Die schmalsten und englichtigsten Holzspitzzellen besitzen *Quercus heterophylla*, *grisea*, *dilatata* und *chrysolepis*. Sie sind hier bei oft verschwindend kleinem Lumen nur 0,013 mm breit. Die Zellwände bestehen nur aus zwei Schichten:

1. aus der dünnen äusseren Zellwand und
2. aus der bedeutend dickeren inneren der ersten von innen aufgelagerten Schicht, die nach Ablösung der äusseren Zellwand bei *Quercus oblongifolia* eine spiralige Faltung erkennen liess.

Doch habe ich auch hier diese Erscheinung nicht oft beobachten können. Eine dritte aufgelagerte gallertartige Masse, welche C. Sanio für dickwandige Spitzzellen einiger Hölzer angiebt, konnte ich bei den Eichen nach Anwendung von Chlorzinkjod nicht wahrnehmen. In dem Holz aller von mir untersuchten Stämme kommen die Holzspitzzellen sowohl ganz ungeport als auch geport vor, doch gehören die meisten Poren derselben zur Kategorie der Hofporen mit schräg zur Längsachse der Zellen gerichtetem schalem Spalt, welcher länger als der Durchmesser des Hofes ist. Einfache Poren kamen an diesen Zellen nur hin und wieder vor. Im mittleren Theile des Jahresringes, wo die Holzspitzzellen dichte Massen zusammensetzen, sind sie ungeport. Gehöfte Poren zeigen die glatten Zellen am Schlusse jedes Jahresringes, wo sie radial 2—5 Lagen mächtig die Grenzen des Herbstholzes bezeichnen. Sie sind hier tangential verbreitert, wurden deshalb von Th. Hartig²⁾ „Breitfasern“ genannt, besitzen 2—4 Reihen radial gerichteter Hofporen, von denen 1 resp. 2 auf den dem Frühlingsholz zugekehrten und die anderen, diesen entsprechend, auf den dem Herbstholz zugewandten Seitenflächen sich

1) Botanische Zeitung 1863.

2) Th. Hartig: „Leben der Pflanzenzelle“ p. 42.

Holz der letzterwähnten Art brüchig sein, was durch die chemische Beschaffenheit der Zellwände begründet sein dürfte.

Die Eichenholzspitzzellen sind in den meisten Fällen leer, doch konnte ich in einigen derselben, bei *Quercus paucilammellosa* und *dilatata*, Gerbstoff entdecken, eine Eigenthümlichkeit, die bis jetzt C. Sanio¹⁾ nur bei *Syringa vulgaris* beobachtet hat.

Holzstumpfzellen.

Zu den dünnwandigsten, weitlichtigen Bestandtheilen des Eichenholzes gehören die Stumpfzellen. Sie kommen bei allen Eichen in mehr oder minder deutlichen, längeren oder kürzeren, tangentialen unterbrochenen Binden vor²⁾. Besonders unter den dichtstehenden Holzspitzzellen des Herbstholzes ist ihre tangentiale Anordnung schon mit blossem Auge bemerkbar; sind ihre Reihen jedoch vielfach von Spitzzellen unterbrochen, so sind sie nicht mehr deutlich zu erkennen. Sie erscheinen dann, unter dem Mikroskop betrachtet, im Querschnitt in maschiger Anordnung³⁾. Im Frühjahrsholz kann man sie mit blossem Auge überhaupt nicht wahrnehmen. Hier sind alle Zellen mehr oder minder weitlichtig, ausserdem stehen die Holzstumpfzellen daselbst zerstreut. Mit dem Mikroskop erkennt man sie auf dem Querschnitt an den reichlich geporteten Querwänden. Ich fand ihre Länge im Mittel 0,09 mm, die Breite 0,02 mm. Selten waren sie über 0,1 mm lang: So bei *Quercus mongolica*, *Garryana*, *tinctoria*, *paucilammellosa*, *lanuginosa*, *Burgeri* und *cuspidata*. Ueber 0,03 mm breite Holzstumpfzellen waren bei *Quercus dilatata*, *paucilammellosa* und *Burgeri* zu finden.

Am regelmässigsten ausgebildet, ohne Abweichung von der typischen Form sind sie im Herbstholz anzutreffen. Dagegen erfährt ihre Gestalt im Frühlingsholz unter dem Druck der weiten Gefässe

1) Botanische Zeitung 1863.

2) Fig. 27 st u. 28 st.

3) Fig. 28, 29, 30.

paucilammellosa. Ich fand in den Stumpfzellen Stärke bei *Quercus pedunculata*, *grosseserrata*, *Turneri*, *Cerris*, *sonomensis*, *imbricaria*, *heterophylla*, *laurifolia*, *Phellos*, *rubra*, *rubra* var. *texana*, *Michauxii*, *Ilex*, *Ilex* var. *Fordii*, *Suber*, *dilatata*, *glandulifera*, *castaneifolia*, *serrata*, *lanuginosa*, *Calliprinos*, *coccifera*, *virens*, *oblongifolia*, *chrysolepis*, *hypoleuca*, *rugosa*, *glabra*, *thalassica*, *paucilammellosa*. In den Stumpfzellen folgender Arten liessen sich besonders in der Nähe grosser Markstrahlen Krystalle von oxalsaurem Kalk beobachten: *Quercus macrocarpa*, *lyrata*, *alba*, *Durandii*, *Wislizeni* (sehr zahlreich), *heterophylla*, *glandulifera*, *bicolor*, *Michauxii*, *castaneifolia*, *iberica*, *grisea*, *Garryana*, *stellata*, *nigra*, *falcata*, *laurifolia*, *Cerris*, *austriaca*, *sonomensis*, *tinctoria*, *rubra*, *rubra* var. *texana*, *palustris* (selten), *Phellos*, *serrata*, *coccinea*, *hypoleuca*, *virens*, *oblongifolia*, *Turneri*, *Suber*, *agrifolia*, *rugosa*, *Calliprinos*, *coccifera*, *Ilex*, *Ilex* var. *Fordii*, *lanuginosa* (zahlreich), *dilatata* (selten), *paucilammellosa*, *Burgeri* und *thalassica*. —

Nachdem ich im Vorhergehenden die anatomischen Verhältnisse des inneren Baues des Eichenholzes genauer erörtert habe, werde ich nunmehr zur Gruppierung der Arten nach anatomischen Merkmalen übergehen. Im Allgemeinen sind Zellen und Gefässe im Eichenholz in Hinsicht der Gestalt nicht so sehr verschieden und werden daher von mir im Folgenden auch nur in Bezug auf ihre Anordnung in den einzelnen Jahresringen berücksichtigt werden. Es liessen sich hauptsächlich nach den Lagerungsverhältnissen der Gefässe und Stumpfzellen gewisse Gruppen bilden, welche die Merkmale der Arten im Allgemeinen zusammenfassen, so dass im Holz der einzelnen Art nur kleinere Abweichungen vom Charakter der Gruppen zu finden sind.

Die charakteristischen Merkmale der Eichenhölzer lassen sich makroskopisch bei Anwendung einer etwa viermal vergrössernden Loupe, sowie von doppeltchromsaurem Kali leicht finden. Zunächst glättete ich mit einem scharfen Messer den Querschnitt, wodurch die Lagerungsverhältnisse der verschiedenen zelligen Bestandtheile im Holzstamm deutlich hervortraten. Das Mikroskop diente mir nur zur genaueren Beobachtung der Breiten- und Stellungseigenthümlichkeiten einzelner Holzbestandtheile.

Auf dem tangentialen Schnitt konnte ich die horizontale und

verticale Ausdehnung sowie auch die Anordnung der breiten Markstrahlen beobachten, deren Durchschnitt besonders nach Bepinselung mit doppeltchromsaurem Kali von den umgebenden Holzzellen deutlich wurde. Die Angaben über die Zahl der breiten Markstrahlen für eine Fläche von 15 qmm beziehen sich lediglich auf die Tangentialschnitte in der Nähe der Peripherie des Stammes. Die kleinen schmalen Markstrahlen berücksichtigte ich nicht weiter, da sie bei nahezu gleicher Höhe und Breite nichts Charakteristisches darbieten.

Die radialen Schnitte weisen zwei wesentliche Merkmale des Eichenholzes auf. Man bemerkt auf ihren Flächen:

1. die sogenannten „Spiegel“, welche durch Höhe und Breite grosser Markstrahlen bedingt werden und in einigen Eichenhölzern eine charakteristische Farbe besitzen.

Bei *Quercus dilatata*¹⁾ sind sie nicht deutlich wahrzunehmen und im Holz von *Quercus cuspidata* ist ihr Vorkommen sehr selten.

2. lassen sich mehr oder weniger deutliche parallele Längsstreifen in gleichmässigen Abständen erkennen, die von der Anordnung der Stumpfzellen zu mehr oder weniger deutlichen tangentialen Reihen herrühren.

Ich wurde auf dieses eigenthümliche Aussehen der Radialschnitte besonders durch die Untersuchung japanesischer Eichen aufmerksam und konnte es im Holze anderer Arten, wenn auch weniger deutlich, wiederfinden.

Eintheilung der Eichenhölzer nach ihrem anatomischen Bau.

A. Mit breiten hohen Markstrahlen, die nebst kleinen schmalen Strahlen (1—2 Zellen²⁾ breit, 8—30 Zellen hoch) im Holzstamm radial angeordnet sind. Die Stumpfzellen stehen entweder in con-

1) Fig. 29.

2) Sehr selten sind sie 3 Zellen breit.

centrischen Kreisen oder in längeren und kürzeren tangentialen Reihen unter den dickwandigen Holzspitzzellen des Jahresringes. In jüngeren Stämmen zeigen sie eine grössere tangentiale und radiale Annäherung. In den später gebildeten Jahresringen ist die tangentiale Anordnung vielfach durch die Holzspitzzellen verwischt und gewährt auf dem Querschnitt mit dem Mikroskop betrachtet ein maschiges Bild.

a) Jahresringe durch grosse 0,31 mm weite Gefässe, die zu (geschlossenen) concentrischen Kreisen im Frühlingsholz angeordnet sind, sowie durch breite gehöft geportete Holzspitzzellen des äussersten Herbstholzes scharf begrenzt und schon mit blossen Auge deutlich wahrnehmbar. Kleine, nur 0,05–0,1 mm weite Gefässe sind im Jahresring in radial angeordneten Reihen vorhanden.

I. Mit dünnen Gefässwänden von 0,004 mm Breite. Die kleinen engen Gefässe erscheinen auf dem Querschnitt im Herbstholz nicht völlig cylindrisch rund.

α) Die radialen Züge enger Gefässe erscheinen auf dem Querschnitt im Frühlingsholz schmal, verbreitern sich nach der Peripherie zu und kommen im Herbstholz des Jahresringes regelmässig zur Vereinigung. Die einzelnen kleinen Gefässe sind mit blossen Auge nicht sichtbar, aber sie stehen von weitlichtigen, dünnwandigen Uebergangs- und Stumpfzellen umgeben, und erscheinen daher im Verein mit denselben als helle radiale Streifen oder Züge, die von den bräunlichen dickwandigen Holzspitzzellen durch ihre Färbung abstechen. Letztere pflegen besonders an den breiten Markstrahlen in schmaler radialer Schicht durch den ganzen Jahresring angeordnet zu sein; ausserdem befinden sie sich in radialen Gruppen zwischen den radialen Zügen kleiner und den tangentialen grosser Gefässe, also im mittleren Theile des Jahresringes. Die grossen Gefässe im Frühlingsholz in mehreren Lagen, allseitig genähert, setzen breite concentrische Kreise zusammen.

† Radiale Züge kleiner Gefässe im Herbstholz von Spitzzellen
sehr selten getrennt.

1. *Quercus lyrata* Walt.¹⁾Over-Cup oak, Swamp Post oak, Water-White oak.²⁾

Die Stumpfzellen zeigen im Allgemeinen eine tangentiale Anordnung, doch sind ihre Reihen oft von dickwandigen Spitzzellen durchsetzt und nicht selten zu kürzeren und längeren tangentialen Gruppen abgetrennt, was besonders unter dem Mikroskop deutlich wird. Die breiten Markstrahlen stehen horizontal 1—2 mm ab. Auf dem Tangentialschnitt kommen auf 15 qmm ungefähr 6 breite Markstrahlen vor, deren Höhe (verticale Ausdehnung) 60—75 mm beträgt. Ihre Breite übersteigt noch nicht 0,5 mm. Auf dem Radialschnitt sind hellgelbrothe breite „Spiegel“ zu bemerken. Der Splint ist hellröthlich, das Kernholz dagegen etwas dunkler, fast rothbraun gefärbt. Die grossen Gefässe sind seitlich ein wenig zusammengedrückt, besitzen aber die unter a) angegebene Weite. Dasselbe gilt von den kleinen Gefässen.

Der technische Werth des Holzes ist nach Dr. Engelmann³⁾ kein geringer, obgleich es sich leicht schneiden lässt. Da bei ihm die weitlichtigen Bestandtheile überwiegen, ist sein Gewicht nicht bedeutend.

Michaux fil.⁴⁾ hält diese Species für die werthvollste aller Sumpfeichen.

Vorkommen⁵⁾: In den Sümpfen Nord-Carolinas, in den Thälern des Ohio, Süd-Florida, Arkansas (wo sie nach Sargent selten sein soll), Texas.

†† Die radialen Züge kleiner Gefässe sind breit und sind sowohl getrennt als auch vereint im Herbstholz anzutreffen. Ersteres findet namentlich im Kernholz, letzteres im Splint statt. Die Holzspitzzellen kommen in grösseren Gruppen zwischen den radialen Zügen vor.

1) Sargent'sche Holzsammlung No. 226.

2) Die englischen Namen der einzelnen Eichenarten gebe ich nach Sargent, wie er sie in seinem „Catalogue of the forest trees of North-America“ gebraucht hat.

3) Nach Mittheilungen in einem Briefe an Professor Caspary.

4) Histoire des chênes No. 3.

5) Ch. Sargent: „A catalogue of the forest trees of North-America“ p. 49. (Die geographische Verbreitung der nordamerikanischen Eichen gebe ich nach den Angaben dieses Autors.)

2. *Quercus alba* L.¹⁾White oak. Syn.: *Q. palustris* Marsh.*Q. pinnatifida* Walt.

Die grossen Gefässe²⁾ setzen etwa 2 mm breite concentrische Ringe zusammen. Die radialen Gruppen der kleinen Gefässe³⁾ sind meist 0,25—0,5 mm breit und heben sich durch hellere Färbung von den gelbbraunen Holzspitzzellen deutlich ab. Die Holzstumpzellen sind in schmalen tangentialen⁴⁾ Reihen angeordnet. Die Zahl der letzteren hängt von der Breite des Jahresringes ab. In schmalen Jahresringen waren etwa 3, in breiten sogar 20 tangentiale Reihen dieser Zellen zu zählen. — Die 0,5—0,7 mm breiten Markstrahlen⁵⁾ stehen horizontal 2—5 mm ab und sind auf dem Querschnitt heller als die Grundmasse des Holzes. Auf 15 qmm des Tangentialschnitts kommen wie bei *Q. lyrata* nur 6 Markstrahlen, die 15—35 mm hoch sind. Der Radialschnitt zeigt hellbraune oder röthliche Spiegel und feine, ziemlich regelmässige Längsstreifen, die von den tangential angeordneten Stumpzellen herrühren. Die Jahresringe erscheinen zwischen je zwei breiten Markstrahlen nach der Mitte des Stammes eingesenkt. Der Splint ist hellröthlich, das Kernholz rothbraun. Die Holzspitzzellen sind wie bei den meisten Eichen 1,51 mm lang und 0,017 mm breit, ihre Wände 0,0087 mm dick.⁶⁾

Technischer Werth: Nach den übereinstimmenden Aussagen amerikanischer Botaniker soll das Holz dieser Eiche sehr geschätzt sein. Es findet Verwendung zum Schiffsbau, zu Küferwaaren, Möbel- und Wagengeräthschaften, Pfählen u. s. w. —

Dieser stattliche Baum soll 6—8' im Durchmesser haben⁷⁾ und findet sich in Neu-Schottland, Neu-Braunschweig, Canada, Florida und Texas.

1) Sargent'sche Holzsammlung 207. Querschnitt auf Fig. 27.

2) Fig. 27 G.

3) Fig. 27 g.

4) Fig. 27 st.

5) Fig. 27 MM'.

6) Die Zellen der meisten Eichen weichen in ihren Dimensionen so wenig ab, dass ich davon absehen werde, sie näher anzugeben. Ich verweise auf den allgemeinen Theil dieser Arbeit.

7) Sargent: l. c. p. 45.

5. *Quercus macrocarpa* Mchx.¹⁾

„Burr oak, Mossy cup white oak, Over cup oak“. Syn: *Q. olivaeformis* Mchx.

Grosse Gefässe wie bei voriger. Die hellen Gruppen kleiner Gefässe zeigen in den einzelnen Jahresringen eine zum Radius schiefe Anordnung und sind auf dem Querschnitt baumartig vertheilt. Die Stumpfzellen stehen in breiten undeutlichen tangentialen Streifen zu 13 in 2 mm breiten Jahresringen. Die breiten Markstrahlen sind horizontal 3—4 mm abstehend. Ihre Farbe ist auf dem Querschnitt im Kernholz dunkelbraun. Auf 15 qmm des Tangentialschnitts kommen 7—15 grosse Markstrahlen, deren Höhe und Breite von voriger Art wenig verschieden ist. Der Splint ist gelblichbraun, das Kernholz dunkelbraun und schwer zu schneiden. Die Jahresringe sind zwischen den grossen Markstrahlen concav.

Technischer Werth: Nach Sargent²⁾ soll das Holz muthmasslich ein gutes Brennmaterial liefern, nach Pursh³⁾ soll es ausgezeichnet sein.

Vorkommen: In Canada, Vermont, Pennsylvanien, Wisconsin, Nebraska, Kansas. *Q. macrocarpa* ist ein 60—80' hoher Baum von 4—8' im Durchmesser.

6. *Quercus Wislizeni* Alph. DeC.⁴⁾

Syn: *Q. Morehus* Kell.

Die Jahresringe sind durch 2—3 Lagen 0,30 mm weiter, zu concentrischen Kreisen geordneter, grosser Gefässe deutlich markirt. Die radialen Züge kleiner Gefässe verlaufen im Splint mit parallelen Rändern, sind nicht selten 0,75 mm breit und von heller Farbe. Zwischen den 2—2,5 mm entfernten breiten Markstrahlen befinden sich 1—2 radiale Reihen kleiner Gefässe, die tangential nur selten zur Vereinigung kommen. Die hellen tangentialen Reihen der Stumpfzellen heben sich deutlich von der dunkleren Umgebung ab. In 3 mm breiten Jahresringen waren ihrer 10—12 zu zählen. Auf

1) Sargent'sche Holzsammlung No. 227.

2) „A catalogue etc.“ p. 49.

3) Loudon „Arboretum et fruticetum britannicum“ p. 1872.

4) Sargent'sche Holzsammlung No. 239. Eine immergrüne Eiche der Abtheilung *Melanobalanus* Eng.

15 qmm des Tangentialschnitts kommen 25—30 breite Markstrahlen, deren Höhe 10—20 mm beträgt. — Der Radialschnitt zeigt deutliche gelbliche und gelbbraune Spiegel. Die Längsstreifung ist deutlich und regelmässig. Der Splint ist gelblich, das Kernholz hart und dunkelbraun.

Nach Engelmann¹⁾ soll das Holz dieser Eiche zäh und dauerhaft sein.

Vorkommen: In den Thälern und auf den niedrigeren Gebirgen Californiens. Es soll ein mächtiger Baum von 60' Höhe und 10—18' Umfang sein.²⁾

7. *Quercus Prinus* L.³⁾

„Chestnut oak“. Syn.: *Q. Prinus* v. *monticola* Mchx.

Q. montana Willd.

Die grossen Gefässe zu vierschichtigen breiten Ringen vereint. Die radialen Gruppen kleiner Gefässe sind im Kernholz radial meist getrennt, im Splint nicht selten vereint. Die Stumpzellen bilden bestimmt begrenzte, schmale tangentielle Reihen im Herbstholz. Im Frühlingsholz sind sie mehr oder weniger zerstreut anzutreffen. Die 0,5—0,75 mm breiten Markstrahlen zeigen den Abstand von 3—5 mm in horizontaler Richtung. Auf 15 qmm des Tangentialschnitts konnte ich 10—12 breite Markstrahlen finden, deren Höhe nur 10—15 mm war. — Der Splint erscheint gelblichroth und ist leicht zu schneiden. Das Kernholz ist gelb- bis rothbraun. — Der Radialschnitt zeigt gelblichrothe Spiegel und deutliche Längsstreifung.

Der technische Werth soll unbedeutend sein, weil das Holz zu porös ist. Es wird nur zur Herstellung von Trockengefässen und Wagen gebraucht. Engelmann⁴⁾ hält es für ebenso vortrefflich wie das Holz von *Q. bicolor* Willd.

Vorkommen: In Vermont, bei New-York, im Süden der Alleghany-Gebirge; in Kentucky und Tennessee spärlich. Ein Baum von mittlerer Grösse.

1) Sereno Watson: „Botany of California“, vol. II, p. 99.

2) Sargent l. c. p. 52.

3) Sargent'sche Sammlung No. 514, und aus dem botanischen Garten von St. Petersburg.

4) Briefl. Mitth. an Prof. Caspary.

8. *Quercus Garryana* Dougl.¹⁾Syn.: *Q. Neoei* Liebm.

Ringe grosser Gefässe von 2—3 Schichten zusammengesetzt. Die Stumpfzellen stehen in breiteren und kürzeren tangentialen Reihen. Die grossen Markstrahlen erscheinen auf dem Stammquerschnitt hellgelblich und im Herbstheil der Jahresringe röthlich, wegen grossen Gehalts an Gerbstoff. Eine ähnliche Erscheinung kann man an den breiten Markstrahlen von *Q. Cerris* und *austriaca* wahrnehmen. Der horizontale Abstand der breiten Markstrahlen beträgt 3—4 mm und auf 15 qmm des tangentialen Schnitts kommen 9 Strahlen, deren Höhe 25—30, deren Breite 0,75 mm ist. Die Spiegel sind gelblichbraun, der Splint gelblichgrau und das Kernholz dunkelbraun oder hellrothbraun. Das Holz ist leicht zu schneiden und bricht leicht. Die Holzspitzzellen sind im Mittel 1,30 mm lang und 0,0205 mm breit. Nicht selten fand ich sie in 0,28 mm lange Zellen getheilt, deren Querwände äusserst zart waren.

Nach Sargent²⁾ und Engelmann³⁾ soll das Holz dieser Weisseiche weniger brauchbar sein.

Vorkommen: Britisch-Columbia, südlich von der Franciscobai. Soll von den amerikanischen Eichen am weitesten nach Norden vordringen.

9. *Quercus bicolor* var. *Michauxii* Eng.⁴⁾Syn.: *Q. Prinus palustris* Mchx.*Q. Michauxii* Nutt.

Die grossen Gefässe sind reich an Thyllen und bilden 2—3 schichtige concentrische Ringe. Die breiten Reihen kleiner Gefässe sind in den dünnen Jahresringen schief zum Radius angeordnet. Die Stumpfzellen bilden scharf begrenzte schmale tangentiale Reihen, die in 1 mm breiten Jahresringen zu 12 stehen. Auf 15 qmm des tangentialen Schnitts kommen 7 breite Markstrahlen mit einer Höhe von 10—35 mm und der Breite von 0,5 mm. Der Radialschnitt

1) Sargent'sche Sammlung No. 219.

2) l. c. p. 48.

3) Briefl. Mittheilung.

4) Sargent'sche Sammlung No. 209.

zeigt eine deutliche Längsstreifung und gelblichbraune Spiegel. Der Splint ist auf dem Querschnitt gelblichroth, das Kernholz braunroth. Das Holz ist weniger compact und leichter, die radialen Züge kleiner Gefässe breiter als bei der eigentlichen *Quercus bicolor* Willd.

Nach Engelmann's Mittheilung an Professor Caspary soll das Holz vortrefflich sein, wird zur Verfertigung von Wagen und Körben benutzt.

Vorkommen: In Delaware, Illinois und im nördlichen Florida. —

β) Die radialen Züge enger, kleiner Gefässe sind bedeutend schmaler als in Stämmen voriger Gruppe und erscheinen auf Stammquerschnitten in baumartiger Anordnung. Sehr oft erstrecken sich von der radialen Reihe, von der Mitte des Jahresringes an, zwei neue Züge, die zur Peripherie des Herbstholzes getrennt verlaufen. Eine tangentielle Vereinigung kommt selten vor. In dem dichten, sehr harten Holz der *Quercus undulata* Torr. var. *grisea* Liebm. sind die kleinen Gefässe in schmale radiale bogige Reihen angeordnet, die zuweilen in der Mitte des Jahresringes verschmelzen, sich bald wieder trennen und nun wiederum auf eine kurze Strecke vereint anzutreffen sind. Dadurch erhält der Querschnitt ein buntes Aussehen.

10. *Quercus bicolor* Willd.¹⁾

Swamp white oak. Syn.: *Q. Prinus* var. *tomentosa* Mchx.
= *Q. Prinus* var. *discolor* Mchx.

Die Ringe grosser Gefässe 2—3schichtig. Die Stumpfzellen lassen breite, weniger deutliche tangentielle Streifung bemerken. In 4 mm breiten Jahresringen befinden sich 7—10 tangentielle Stumpfzellenreihen. Die 0,25—0,5 mm breiten und 15—30 mm hohen Markstrahlen stehen horizontal 5—10 mm ab. Auf 15 qmm des Tangentialschnitts kommen 8 Markstrahlen. Die Spiegel sind gelbbraun, die Streifung des Radialschnittes undeutlich. Der Splint ist weiss, das Kernholz auf dem Querschnitt braun.

Das Holz soll nach Aussagen von Engelmann, Sargent und London an Güte dem von *Q. alba* nicht nachstehen.

1) Sargent'sche Sammlung No. 209.

Vorkommen: Diese ausserordentlich grosse Eiche soll 30' im Umfang erreichen und findet sich an Flussufern und Sümpfen Canadas, in den nördlichen Distrikten der Vereinigten Staaten, längs dem Alleghany-Gebirge, Georgia, Arkansas, Nebraska.

11. *Quercus sessiliflora* Sm.¹⁾

Trauben- oder Wintereiche. Syn.: *Q. Robur* var. *b.* L.

Die grossen Gefässe bilden breite etwa dreischichtige concentrische Kreise im Frühlingsholz. Die grossen Markstrahlen sind von gleicher Breite wie in dem Holze der vorigen Art. Ihr horizontaler Abstand scheint über 5 mm zu betragen. Wiesner²⁾ giebt an, dass sie breiter und weiter von einander entfernt sind als bei *Q. pedunculata*. Die Stumpfzellen stehen in schmäleren und breiteren tangentialen Reihen.

Das helle Holz dieser Eiche soll den Einwirkungen des Wassers weniger gut widerstehen.³⁾

Vorkommen: In Süd- und Mittel-Europa, findet sich auch in einigen Theilen unserer Provinz und einige Varietäten fehlen auch in Asien nicht.⁴⁾

12. *Quercus iberica* Stev.⁵⁾

Syn.: *Q. sessiliflora* var. *q. iberica* (Stev.) DeC.

Der Durchmesser des von mir untersuchten Stammes war 3,8 cm gross. Grosse Gefässe wie bei voriger, doch stehen die kleinen Gefässe in radialen geschlängelten Reihen. Die Stumpfzellen lassen weniger deutliche, breite, tangentiale Streifen erkennen. Die breiten Markstrahlen stehen horizontal 2–3 mm ab, sind 0,25–0,5 mm

1) Nach vorzüglichen Schnitten, die mir Professor Caspary gütigst zur Untersuchung übergab. Ich konnte grössere Stammstücke dieser Eiche nicht erlangen.

2) Rohstoffe p. 605.

3) Th. Hartig: „Vollständige Naturgeschichte der forstlichen Kulturpflanzen Deutschlands“. Loudon: l. c. p. 1786 u. 1788.

4) Alph. DeCandolle: Prodomus pars XVI, sectio posterlor, Fasc. II, p. 6–11.

5) ex horto berol.

breit und 10—30 mm hoch. Auf 15 qmm des tangentialen Schnitts kommen 9 breite Markstrahlen.

Nach Alph. DeCandolle besitzt diese Eiche eine grosse Verbreitung. Er giebt sie an für die Strecke von Transkaukasien bis Frankreich.¹⁾

13. *Quercus grosseserrata* Bl.²⁾.

„Midsu nara“. *β. crispula* Miq. Ann. mus Lugd. bat. p. 104.

Die concentrischen Kreise grosser Gefässe nur von 1—2 Lagen gebildet. Die radialen Reihen kleiner Gefässe sind tangential ca. 1 mm weit abstehend und wenig getheilt. Die Stumpfsellen bilden 4—5 tangentielle schmale Reihen. Die breiten tiefbraunen Markstrahlen besitzen nahezu dieselbe Vertheilung und Breite wie bei der vorigen Art. Der Splint ist gelblichbraun, das Kernholz tief braunroth. Die Holzspitzzellen sind 0,90 mm lang und 0,020 mm im Mittel breit, besitzen zuweilen senkrechte Spaltporen und zeigen Zweispitzigkeit.

Vorkommen: In Japan.³⁾

14. *Quercus castaneifolia* C. A. Mey.⁴⁾

Die concentrischen Kreise grosser Gefässe zeigen 1—2 Lagen. Die radialen Reihen kleiner Gefässe zeigen in der Mitte der Jahresringe eine Zweitheilung. Die Reihen der Stumpfsellen lassen eine tangentielle Anordnung erkennen, sind aber undeutlich. Hier wie in voriger Art erscheinen sie auf dem Querschnitt unter dem Mikroskop in kurzen, zuweilen geschlängelten oder isolirten, auch netzmaschigen tangentialen Binden. Stets werden sie von Holzspitzzellen und Markstrahlen, sowie durch die radialen Züge kleiner Gefässe getrennt.

1) Alph. DeCandolle: Prodrom. pars XVI, sectio post. Fasc. II, p. 10 u. 11.

2) ex museo petrop.

3) Ich konnte nur ein schadhaftes Stammstück dieser von Maximowicz auf Jeso bei Hakodate gesammelten Eiche untersuchen. Ex museo petrop.

4) ex hort. berol.

Vorkommen: In Süd-Frankreich und Unter-Italien, am Bosporus und in Taurien.¹⁾

17. *Quercus undulata* var. *grisea* Eng.²⁾

„Rocky mountain scrub oak“. Syn.: *Q. grisea* Liebm.

Die grossen Gefässe sind wie bei voriger Art angeordnet. Die radialen Züge kleiner Gefässe zeigen auf dem Querschnitt einen geschlängelten Verlauf, verschmelzen hin und wieder auf kurze Strecken mitten im Jahresringe und trennen sich wieder. Im sehr festen und harten Kernholz sind sie fast bis zum Verschwinden schmal. Die tangentialen Reihen der Stumpfszellen sind undeutlich durch Dazwischentreten vieler Holzspitzzellen. Letztere besitzen bei einer Länge von 1 mm ein sehr enges, in vielen Fällen unmessbares Lumen und ihre Wände sind 0,009—0,01 mm dick. Der tangential Durchmesser der grossen Gefässe ist 0,012—0,23 mm gross, während der radiale nur 0,16 mm beträgt. Die 0,5—0,75 mm breiten Markstrahlen fand ich 5 mm hoch und tangential 2—3 mm abstehend. Auf 15 qmm d. T. kommen 30—40 breite Markstrahlen, deren Farbe im Kernholz graugelb, im Splint fast rein weiss ist. Ersteres ist tief gelbbraun, letzterer grauröthlich. Der radiale Schnitt zeigt grosse gelbbraune Spiegel; eine regelmässige Längsstreifung konnte ich auf ihm nicht wahrnehmen.

Vorkommen: Diese Eiche ist strauchartig und soll an den östlichen Schluchten der Rocky-Mountains in vielen Formen anzutreffen sein. Ausserdem wird sie für Neu-Mexiko, Texas, Utah und Californien angegeben (Sargent: „A Catalogue“ p. 52).

18. *Quercus mongolica* Fisch.³⁾

Syn.: *Q. Robur* Pall.

Die grossen Gefässe sind in den concentrischen Kreisen in 2 Lagen anzutreffen. Die radialen Reihen kleiner Gefässe stehen ca. 1 mm ab. Die Stumpfszellen setzen lockere tangential Reihen

1) DeCandolle: Prodrusus, Fasc. II. p. 5.

2) Sargent'sche Sammlung No. 237 v. 6.

3) ex musco petrop.

zusammen. Die 0,5—0,75 mm breiten Markstrahlen sind 4—10 mm hoch und horizontal 3 mm abstehend. Auf 15 qmm d. T. kommen etwa 13 breite Markstrahlen. Die Radialschnitte lassen zwar breite Spiegel, aber keine deutliche Längsstreifen erkennen. Das braungelbe Holz ist schwer und hart wie bei voriger Art.

Vorkommen: Nach Alph. DeCandolle¹⁾ findet sich dieser niedrige Baum²⁾ in Dahurien an den Flüssen Argun und Amur, ferner in der Mandschurei an der Talicwhan-Bai.

19. *Quercus macranthera* Fisch. et Mey.³⁾

Syn.: *Q. pubescens* Szovits.

Grosse Gefässe wie bei *Q. castaneifolia*. Die radialen Reihen kleiner Gefässe sind schmal, schlängelnd und etwas schief zum Verlauf der Markstrahlen angeordnet. Die Stumpfszellen bilden schmale radial regelmässig abstehende tangentiale Reihen. Daher ist auch der radiale Schnitt deutlich längsstreifig. Im Frühlingsholz der Jahresringe sind die tangentialen Reihen der Stumpfszellen locker und daher mit blossem Auge weniger deutlich bemerkbar. Die Markstrahlen sind 0,5 mm breit, 5—25 mm hoch und auf 15 qmm d. T. etwa 18 anzutreffen. Das Holz ist zähe und ziemlich fest. Der untersuchte Stamm mass 3,5 cm im Durchmesser und war nur von hellgelbem Splint gebildet. Auch die Markstrahlen waren auf dem Querschnitt hellgelb.

Vorkommen: In den Wäldern des kaukasischen Georgiens.⁴⁾

20. *Quercus heterophylla* Mchx.⁵⁾

„Bartram oak“. Syn.: *Q. aquatica* var. *heterophylla* Alph. DeC.

Q. Phellos + *coccinea* Eng.

Q. Phellos + *tinctoria*? A. Gray.

Q. aquatica Mehan.

Jahresringe durch eine Lage grosser Gefässe begrenzt, deren tangentialer Durchmesser 0,26 mm und der radiale 0,20 mm gross

1) *Prodromus system. nat.*, Fasc. II.

2) London: l. c. p. 1932.

3) *ex hort. berol.*

4) Alph. DeCandolle: *Prodrom. system. nat.*, Fasc. II, p. 13.

5) *ex museo petrop.*

ist. Die Jahresringe sind schmal, die radialen Reihen kleiner Gefässe schief zum Verlauf der Markstrahlen angeordnet. Die Stumpzellen stehen in schmalen tangentialen Reihen, die verschiedene Länge zeigen. In 1 mm breiten Jahresringen konnte ich 3–Reihen vorfinden. Die 0,5–0,75 mm breiten Markstrahlen sind 5–11 mm hoch und zu 12 auf 15 qmm d. T. anzutreffen. In dem Holz dieser Eiche fand ich die schmalsten Holzspitzzellen. Dieselben waren nur 0,008–0,013 mm breit bei der gewöhnlichen Länge von 1,3 mm. Nicht zu selten waren sie zweispitzig anzutreffen. — Das Kernholz ist braunroth und sehr hart, der Splint ist hellröthlich mit einem gelblichen Anflug.

Vorkommen: Das erste Exemplar wurde 1750 von Michaux in Pennsylvanien an der Küste Shuylkill in der Nähe von Philadelphia auf dem Felde eines gewissen Bartram gefunden, aber erst zwischen 1810 und 1813 von Michaux beschrieben. Diese Eiche wird von einigen amerikanischen Botanikern für einen Bastard gehalten. — Sie soll sich nach Sargent in Delaware, Nord-Carolina und im östlichen Texas vorfinden.

γ) Die grossen Gefässe setzen, im Ganzen betrachtet, im Frühlingsholz der Jahresringe concentrische Kreise zusammen, aber man kann unter ihnen bereits eine radiale Gruppierung deutlich bemerken. Meist schliesst sich eine Gruppe grosser Gefässe an die radiale Reihe kleiner Gefässe, im Herbstholz des jüngeren Jahresringes gelegen, an. Nach der verschiedenen Lage der Gefässe im Jahresring liessen sich folgende Unterschiede in der Weite an ihnen feststellen:

Im Frühlingsholz	0,30–0,35 mm weite Gef.
- mittleren Theil d. Ringes	0,15–0,20 - - -
- Herbstholz	0,04–0,06 - - -

Die Gefässe des mittleren Theils des Jahresringes sind nur bloss dem Auge wahrnehmbar. Die radialen Reihen engerer Gefässe sind tangential völlig isolirt durch 0,5–0,75 mm breite Schicht von Holzspitz- und Holzstumpzellen. Sie sind meist parallel dem Verlauf der Markstrahlen angeordnet und weichen nur sehr selten von dieser Richtung ab. In der Mehrzahl sind sie auf dem Querschnitt als einfache, ungetheilte schmale helle Streifen zu bemerken, die theils durch die ganze Breite des Jahresringes, theils aber er-

in dessen mittleren Zellschichten beginnend, zur Peripherie verlaufen. Diese Gruppe schliesst sich bereits eng an die folgende, doch fehlen ihren Arten noch die dünnwandigen Gefässe.

21. *Quercus lobata* Née.¹⁾

Syn.: *Q. Hindsii* Benth.

Q. Ransomi Kellogg.

Grosse Gefässe in radial gestreckten Gruppen zu 5—9 beisammen. Die Lumina erscheinen oval oder elliptisch, da die Gefässe seitlich zusammengedrückt sind. Ihr Durchmesser in der Richtung der Tangente beträgt 0,23 mm, in der des Radius 0,35 mm. Nur hin und wieder ist im Herbstholz eine Theilung der radialen Züge kleiner Gefässe zu bemerken, doch vereinigen sich die Theilreihen an der Peripherie des Jahresringes zuweilen und umschliessen somit eine inselartige Gruppe von Holzzellen. Die Stumpfzellen lassen im Allgemeinen eine tangentiale Anordnung erkennen, doch kommen sie nur in kürzeren oder längeren tangentialen Gruppen allseitig von Holzspitzzellen umgeben vor. Auf dem Querschnitt erscheinen sie durch das Mikroskop betrachtet in ihrer Anordnung maschig und vereinzelt. Auf dem Radialschnitt lässt sich keine Längsstreifung in regelmässigen Abständen wahrnehmen. Die Markstrahlen sind 0,5—0,75 mm breit und 10—30 mm hoch. Auf 15 qmm d. T. kommen etwa 9 breite Markstrahlen. Hieran ist das Holz dieser Eichenart von den ähnlichen Stämmen der *Q. Prinus* und *Phellos* zu unterscheiden. Erstere Art besitzt niedrigere und schmalere, letztere jedoch dichter stehende Markstrahlen. Es ist ausserdem mikroskopisch durch die Beschaffenheit der Gefässwände verschieden. — Bei *Q. Prinus* sind die Jahresringe zwischen je 2 breiten Markstrahlen concav, bei *Q. lobata* convex hervorgetrieben. Das Kernholz ist braungelb mit einem Anflug von roth. Der Splint ist gelblichroth bis bräunlich.

Nach Engelmann soll das Holz brüchig sein. Es spaltet leicht durch die radialen Reihen der Gefässe und durch die breiten Markstrahlen. Die Jahresringe sind fast 1 cm breit.

¹⁾ Sargent'sche Sammlung No. 225.

Vorkommen: In Californien. *Q. lobata* soll bis 100' hoch werden und ihr Stamm 15—20' im Umfang messen.¹⁾

22. *Quercus glandulifera* Bl.²⁾

Die grossen Gefässe stehen in Gruppen zu 2—4 im Frühlingsholz, wo sie im Stamme concentrische Kreise zusammensetzen. Die radialen Reihen der engeren Gefässe sind schmal und theilen sich öfter als bei voriger Art. Die tangentialen Reihen der Stumpfzellen sind schmal und dicht, lassen sich daher leicht mit blossen Auge erkennen. Es sind ihrer etwa 10 in 4 mm breiten Jahresringen vorhanden. Der Radialschnitt zeigt eine regelmässige, deutlich ausgeprägte Längstreifung. Die Reihen der Holzstumpfzellen sind im dichteren Herbstholz schmaler als im lockeren Frühlingsholz, doch das ist eine gewöhnliche Erscheinung. In ihnen war sehr viel Stärke zu finden, die auch den Markstrahlzellen nicht fehlte. Die 0,25—0,40 mm breiten Markstrahlen sind nur 5 mm hoch und haben einen horizontalen Abstand von nahezu 5 mm. Sie sind auf 15 qmm d. T. zu 7 vertheilt. Das Holz von *Q. glandulifera* gleicht dem der *Q. aquatica* und *Catesbaei*, unterscheidet sich aber durch die Vertheilung und Grösse der breiten Markstrahlen. —

Das Holz ist auf dem Querschnitt durchweg chocoladefarben (braunroth) wie das Holz der meisten anderen japanesischen Eichen.

Vorkommen: In Japan.³⁾

II. Die Wände der engen kleinen und zum Theil auch die der grossen Gefässe sind 0,0060—0,0080 mm breit. Ihre Lumina sind auf dem Querschnitt vollkommen rund oder elliptisch. Die grossen Gefässe in schmäleren und breiteren concentrischen Kreisen zeigen mehr oder weniger radiale Gruppierung.

α) Die concentrischen Kreise grosser Gefässe lassen eine radiale Gruppierung nur undeutlich erkennen. Die kleinen, engen Gefässe stehen in schmalen hellen schlängelnden Reihen und Gruppen in der Richtung des Radius angeordnet.

1) Sargent: l. c. p. 49.

2) ex museo petrop.

3) Der untersuchte Stamm aus dem petersburger Museum wurde von Maximowicz bei Hakodate gefunden.

23. *Quercus rubra* L.¹⁾

„Red oak“.

Die grossen Gefässe sind in den concentrischen Kreisen meist in 3 Schichten zu bemerken. Einige sind in radialer Anordnung bis fast zur Mitte des Jahresringes angeordnet. Ihr tangentialer Durchmesser ist kürzer als der radiale (0,25 : 0,30 mm). Die breiten Markstrahlen besitzen nur geringe horizontale Abstände von 2—3 mm. Ihre Breite ist sehr gering, etwa 0,25—0,40 mm, und auch die Höhe übersteigt nicht 10 mm, so dass auf 15 qmm d. T. 15—20 Markstrahlen kommen. — Die tangentialen Reihen der Stumpfzellen sind schmal, aber weniger deutlich als auf den Querschnitten der folgenden Art. Auf 4 mm breite Jahresringe kommen etwa 15 Stumpfzellenreihen. Der radiale Schnitt ist nicht sehr deutlich längsstreifig. Der Spiegel ist gelbbraun, nicht breit. Das Kernholz ist hellroth mit bräunlichem Anflug. Der Splint ist gelblich-weiss mit einer Beimischung von roth.

Technischer Werth: Das Holz soll nach Sargent nach den Standorten des Baumes seine Dichte ändern und damit auch seine Brauchbarkeit. Genannter Autor bemerkt auf Seite 51 seines Catalogs: „Wood varying remarkably in different localities; at the east reddish, porous, light, not durable, principally employed in cooperage; in Northern Wisconsin and Minnesota heavier, durable, compact, and quite generally used in construction“.

Diese Aussage wird auch durch eine Mittheilung Engelmann's an Professor Caspary zum Theil bestätigt.

Vorkommen: In allen grösseren Wäldungen Nord-Amerikas und dringt wie *Q. Garryana* am weitesten nach Norden vor.

24. *Quercus tinctoria* Bartr.²⁾„Black oak“. „Yellow barked oak“. Syn.: *Q. nigra* Marsh.*Q. velutina* Lam.*Q. coccinea* v. *tinctoria* Gray.

Grosse Gefässe wie bei voriger Art angeordnet, nur ist bei ihnen der radiale Durchmesser etwas kleiner als der tangentiale

1) Hierher gehört auch die *Q. rubra* var. *texana* Buckl., deren breite Markstrahlen nur 5 mm hoch sind. Sargent'sche Sammlung Nr. 234.

2) Sargent'sche Sammlung No. 236.

der Rinde findet man das Holz an den Rändern der breiten Markstrahlen scharf aufgeworfen. Die 0,75—1 mm breiten Markstrahlen stehen horizontal 2—3 mm ab, sind 5—12 mm hoch und zu 1 auf 15 qmm d. T. vertheilt. Das röthliche Holz ist hart und fest die Spiegel sind gross und rothbraun.

Technischer Werth: Nach Michaux sen. soll das Holz werthvoll sein und sich zum Schiffbau eignen.

Vorkommen: In den niedriger gelegenen Theilen Nord-Carolinas und im südlichen Florida. Ein grosser Baum von 60—70' Höhe

28. *Quercus Kelloggii* Newb.¹⁾

Syn.: *Q. sonomensis* Benth.

Q. rubra Benth.

Q. tinctoria var. *californica* Torr.

Die grossen Gefässe begrenzen in wenigen, höchstens 2 Schichten die Jahresringe. Die kleinen Gefässe sind 0,10 mm weit und mit blossen Auge wahrnehmbar. Ihre radialen Reihen sind schmal, werden nur von einer einzigen Reihe von Gefässen gebildet, welche tangential etwa 1 mm von einander abstehen. Die Stumpfzellen stehen wie die grossen Gefässe in concentrischen Kreisen, die durch Holzspitzzellen scharf begrenzt werden. Die radialen Schnitte zeigen Längsstreifen in regelmässigen Abständen. Die grossen Markstrahlen erreichen kaum die Breite von 0,5 mm, sind 5—15 mm hoch und es kommen von ihnen je 22 auf 15 qmm d. T. Das Kernholz ist rothgelb und erinnert an *Q. imbricaria*. Der Splint ist gelblichweiss gefärbt.

Ueber die Verwerthung des Holzes konnte ich keinen Aufschluss bekommen. Sargent²⁾ bemerkt nur, dass diese Eichenart sowohl baum- als auch strauchartig auf den Gebirgen Californiens angetroffen wird. Die obige Beschreibung des Holzstammes bezieht sich auf ein baumartiges Exemplar. Das Stammholz strauchartiger Eichen pflegt härter zu sein, auch sind die Gefässgruppen schmaler.

1) „Dr. Newberry's name honoring the indefatigable botanical pioneer of California has a priority of seven years.“ Sereno Watson, Botany of Calif., vol. II. p. 99. — Ex museo petrop.

2) l. c. p. 49.

29. *Quercus palustris* Mchx.¹⁾

„Pin oak“. „Swamp spanish oak“. Syn.: *Q. palustris* Du Roi, Willd.
Q. montana Lodd. (1836).
Q. Banisteri Lodd.

Die grossen Gefässe begrenzen in einer, seltener in 2 Schichten die schmalen, kaum 1 mm breiten Jahresringe. Die Gruppen der kleinen Gefässe sind meist schief zum Verlauf der Markstrahlen angeordnet; recht oft gehen sie nicht durch die ganze Breite des Jahresringes. Ihre Weite ist nicht beträchtlich (0,7 mm) und ihre Lumina mit blossen Auge kaum zu bemerken. Zuweilen sind die kleinen Gefässe ganz isolirt oder nur in sehr geringer Anzahl anzutreffen. Die Stumpfsellen bilden schmale, 1—2 Zellen breite Kreisringe, die mit denen der grossen Gefässe concentrisch sind. In einem Jahresring befinden sich 4—5 solcher Kreise von Stumpfsellen. Der Radialschnitt zeigt eine regelmässige Längsstreifung. Die Holzspitzzellen sind 0,015 mm im Mittel breit, doch sind ihre Wände im Verhältniss zu denselben Zellen anderer Arten dünn zu nennen (0,0041 mm). Die grossen Markstrahlen haben einen tangentialen Abstand von 2—3 mm, sind 0,25 - 0,5 mm breit, 7—15 mm hoch und zu 15 auf 15 qmm d. T. zu finden. Das Kernholz ist hart, tief braunroth, fast schwärzlich. Der Splint ist hellrothbraun.

Technischer Werth: Das Holz soll wenig dauerhaft sein, doch soll es nach Loudon²⁾ zu Achsen (Wellen) für Mühlräder (axles of mill-wheels) gebraucht werden.

Vorkommen: *Q. palustris* ist ein Baum mittlerer Grösse und wächst auf Long-Island, in Connecticut, Nebraska, Kansas und Texas auf niedrigem Grunde.

1) ex hort. berol. et petrop.

2) Loudon: Arboretum et fructicetum brit., p. 1887.

30. *Quercus falcata* Mchx.¹⁾

„Spanish oak“ „Red oak“ in Georgia. Syn.: *Q. elongata* Willd.
Q. discolor v. *foliata* Spach
Q. triloba Mchx.
Q. falcata v. *triloba* DeC.

Die grossen Gefässe wie bei voriger Art. nur sind sie etwa weiter (t 0,34 : r 0,34 mm²). Die radialen Reihen kleiner 0,12 bis 0,15 mm weiter Gefässe sind schmal, höchstens 2schichtig und stehen tangential 0,75—1 mm ab. Die Stumpfsellen sind theils zu concentrischen Kreisen, theils zu längeren und kürzeren tangentialen Reihen von geringer Breite angeordnet. In 2 mm breiten Jahresringen befinden sich etwa 10 Stumpfsellenreihen. Die braunrothen grossen Markstrahlen stehen horizontal etwa 2—2,5 mm ab, sind 5—15 mm hoch, 0,3 mm breit, und es stehen ihrer 15—17 auf 15 qmm d. T. Das Holz ist leicht, gleicht etwas dem von *Q. rubra*, besonders aber der folgenden Art, von denen es sich durch die angegebenen Merkmale unterscheiden lässt. Der Splint ist tief braunroth, das Kernholz ist roth. Der radiale Schnitt ist regelmässig längsstreifig.

Technischer Werth: Gering, da das Holz nicht dauerhaft ist; wird von Böttchern zu Trockengefässen verarbeitet.³⁾

Verbreitung: Nach Sargent⁴⁾ ist diese Art in den südlichen atlantischen Staaten von Nord-Amerika sehr gemein und ist in den mittleren Districten der vorwiegendste Waldbaum.

31. *Quercus Catesbaei* Mchx.⁵⁾

„Turkey oak“. „Scrub oak“. „Forked-leaf black Jack“.
 Syn.: *Q. rubra* β Abb. et Sm.

Die grossen, reich mit Thyllen erfüllten Gefässe sind radial 0,25—0,31 mm, tangential 0,29—0,42 mm weit, und setzen breite 3schichtige Ringe zusammen. Die kleinen Gefässe sind 0,15—0,20 mm

1) Sargent'sche Sammlung No. 218.

2) t = tangential, r = radial.

3) Die Rinde soll reich an Gerbstoff sein und wird deshalb nach Michaux sehr geschätzt.

4) l. c. p. 48.

5) Sargent'sche Sammlung Nr. 210.

weit, mit blosssem Auge sichtbar und stehen meist in 2—3schichtigen radialen Reihen. Zuweilen sind sie auch gänzlich isolirt unter den Holzzellen anzutreffen. Die Reihen der Stumpfzellen sind etwas schlängelnd, aber wie gewöhnlich tangential angeordnet. Doch stehen sie nicht dicht gedrängt, sondern sie sind durch Holzspitzzellen isolirt in längeren und kürzeren Reihen anzutreffen. Sie verursachen dennoch auf dem radialen Schnitt eine bemerkliche Längsstreifung.

Auch hier sind die Jahresringe zwischen den Markstrahlen eingebogen. Letztere sind bei einer Breite von 0,5—0,75 mm horizontal 2—4 mm von einander entfernt, 5—8 mm hoch und je 13 auf 15 qmm d. T. Ihre Farbe ist auf dem Stammquerschnitt lichtbraun. Der Spiegel erscheint rothbraun, das Kernholz ist von gleicher Farbe, während die Splintlagen mehr gelblichroth aussehen.

Technischer Werth: Gering; das leichte weiche Holz wird nur als Brennmaterial gebraucht.¹⁾

Vorkommen: Eine kleine, nur 25' hohe Eiche an den sandigen Gestaden von Nord-Carolina, Florida und Süd-Alabama.

32. *Quercus aquatica* Nutt.²⁾

„Water oak“. Syn.: *Q. nigra* Willd.

Q. uliginosa Wang.

Die grossen Gefässe sind seitlich zusammengedrückt (tangential 0,14—0,28 mm, radial 0,28 mm weit) und setzen in 5 Lagen breite Ringe zusammen. Eine radiale Anordnung derselben wird theilweise durch dazwischentretende breite Markstrahlen hervorgerufen. Die kleinen Gefässe besitzen nahezu die Weite und Anordnung wie im Stamme der *Q. Catesbaei*. Die tangentialen Reihen der Holzstumpfzellen sind durch dazwischenstehende Holzspitzzellen sehr gelockert und gewähren auf dem Querschnitt kein deutliches Bild; mit dem Mikroskop betrachtet erscheint ihre Anordnung maschig. Die Fläche des Radialschnitts zeigt keine regelmässige deutliche Streifen. Die grossen Markstrahlen sind 0,5—0,75 mm breit, 5—10 mm hoch, horizontal 1—2 mm abstehend und zu 12 auf 15 qmm d. T. vertheilt.

1) Sargent: l. c. p. 46.

2) Sargent'sche Sammlung No. 208.

Die Holzspitzenzellen sind 2,043 mm im Mittel lang, 0,10 mm breit und besitzen ein Lumen von 0,001—0,002 mm. Wie bereits erwähnt, sind dies die längsten Zellen dieser Art, die ich im Eichholz finden konnte. —

Der Splint ist bezaugelt und das Kernholz dunkelrothbraun. Das Holz ist zäh, leicht zu schneiden, soll wenig innerhaft sein und in Amerika nur als Brennmaterial dienen.

Vorkommen: Die „Water oak“ ist ein kleiner Baum 30—50' Höhe, findet sich auf niedrigem Grunde an Teichen und Flüssen in Maryland, Arkansas, im südlichen Florida und östlich Texas.

33. *Quercus nigra* L.¹⁾

„Black Jack oak“. „Barren oak“. Syn.: *Q. ferruginea* Michx.

Q. quinqueloba Engelm.

Q. aquatica Loid. cat. 1835.

Q. aquatica v. *quinqueloba* Alph. 1

Die Jahresringe durch 4 Lagen breite Ringe grosser 0,22—40 mm weiter Gefässe begrenzt. Letztere enthalten Thyllen. Die kleineren Gefässe sind 0,15 mm weit, setzen radiale, auf dem Stammquerschnitt baumartig angeordnete breite Gruppen zusammen. Jedoch kommen dieselben auch wie bei den vorigen Arten in einfachen breiten Zügen vor. Die Stumpfsellen stehen in matthellen Reihen den Kreis der grossen Gefässe parallel in deutlich tangentialer Anordnung. Wenn man dem Mikroskop betrachtet erscheinen sie in engeren und weiteren Maschen und kürzeren Reihen. Der Radialschnitt ist regelmässig gestreift, obgleich weniger deutlich als bei *Q. falcata*. Die Markstrahlen sind 0,75 mm breit, 6—8 mm hoch, haben einen tangentialen Abstand von 2,5 mm (im Mittel) und sind auf 15 qmm Durchmesser zu 14 vertheilt. — Der Spiegel ist gross und rothbraun. Der Splint ist gelblichroth, das Kernholz braunroth und schwer.

Technischer Werth: Gering; das Holz wird als Brennmaterial geschätzt. Dem Wasser ausgesetzt fault es leicht.

Vorkommen: Ein kleiner Baum, der kaum 25' hoch werden soll, wächst auf kiesigem oder sandigem Boden auf Long-Island,

1) Sargent'sche Sammlung No. 229.

New-York, im südlichen Florida, Nebraska, Indian-Territory und im östlichen Texas.

γ) In den concentrischen Ringen grosser Gefässe im Frühlingsholz lassen sich in radialer Richtung gestreckte Gruppen mit blossen Auge deutlich unterscheiden. Die Jahresringe sind stark entwickelt. In ihnen befinden sich schmale, meist einschichtige radiale Reihen kleiner 0,05—0,20 mm weiter Gefässe, von denen die engsten im Herbstholze liegen. Die tangentialen Reihen der Stumpfzellen sind locker, erscheinen breit auseinander gezogen und werden häufig von Holzspitzzellen durchsetzt. Die breiten Markstrahlen sind horizontal 1,8 mm (im Mittel) von einander abstehend. Ihre Breite ist jedoch in den einzelnen Eichenarten verschieden.

34. *Quercus Cerris* L.¹⁾

„Zerr- oder Burgundereiche“. Syn.: *Q. austriaca* Willd.

Q. Aegilops Scop.

Q. Aesculus L. mant.

Q. crinita Lam. dict.

Q. frondosa Mill.

Die grossen Gefässe sind seitlich zusammengedrückt. Sie messen in radialer Richtung 0,25—0,30 mm, in tangentialer 0,15—0,21 mm. Die kleinen Gefässe sind sehr vereinzelt, lassen aber dennoch eine deutliche radiale Anordnung erkennen. Die breiten Reihen der Stumpfzellen stehen genau parallel mit den Grenzzellen des Herbstholzes und zeigen auf dem Querschnitt genau dieselben convexen Bogen wie diese. Unter dem Mikroskop erscheinen ihre Reihen auf dem Querschnitt maschig verzogen, zuweilen sind auch kleinere Gruppen bemerkbar. Hier wie in allen anderen Eichen sind sie sogleich an ihrem weiteren Lumen und ihren dünneren Wänden kenntlich. Der Radialschnitt ist nicht regelmässig streifig, falls die Stumpfzellen nicht in scharfbegrenzten dichten Reihen stehen. In einem jüngeren Stamme aus dem königl. berliner botanischen Garten waren dieselben in schmalen tangentialen Reihen parallel den platten Grenzzellen des Herbstholzes in den dünnen Jahresringen regelmässig

1) ex horto regimont. et berol.

in der Anzahl von 5—8 vorhanden. Hier war auch der Radialschnitt sehr deutlich regelmässig gestreift.

Die breiten Markstrahlen stehen horizontal 2—2,5 mm ab, sind 1—1,5 mm breit, 10—12 mm hoch. Auf 15 qmm d. T. kommen ihrer 20—30. Besonders bei dieser Eiche fällt die rothbraune Färbung der Markstrahlzellen in der Gegend des Herbstholzes der einzelnen Jahresringe auf. Die mittleren Zellen der Strahlen erscheinen wie zurückgezogen, oder eingesenkt, eine Eigenthümlichkeit, die auch ganz besonders deutlich bei *Q. laurifolia*, *glabra* und sehr vielen anderen Eichen hervortritt. Die Markstrahlzellen in der Mitte des Strahls sind meist kürzer und dickwandiger als die übrigen. Dass sie sehr zahlreich geport sind, habe ich bereits an anderen Orten erwähnt. Der Splint ist gelblich weiss, das Kernholz rothbraun. Die Spiegel sind breit, braun und zahlreich. — Das Holz der *Q. austriaca* Willd. zeigt denselben anatomischen Bau und Alph. De Candolle zieht daher wohl mit Recht¹⁾ dieselbe zu der beschriebenen Art. Das Holz der *Q. Cerris* ist schwer und zähe. Es wird zu den mannigfachsten Geräthschaften verarbeitet. Nur zu Flüssigkeitsbehältern und Schiffen wird es nicht verwendet, wie bereits Wiesner²⁾ betont.

Vorkommen: Im südlichen Europa; findet sich aber auch noch in Mähren (Pohlauer Berge)³⁾.

35. *Quercus serrata* Thunb.⁴⁾

Syn.: *Q. acutissima* Carr.

Q. polyantha Lindl.

Die grossen Gefässe sind 0,35—0,40 mm weit, enthalten Thyllen. Die kleinen Gefässe sind im Herbstholz sogar nur 0,14 mm weit. Ihre radialen Reihen sind sehr schmal, zeichnen sich aber durch grössere Helligkeit aus. Auf dem Querschnitt erscheinen sie zuweilen baumartig angeordnet. Neben längeren befinden sich auch kürzere, nicht durch die ganze Breite des Jahresringes verbreitete,

1) Alph. DeCandolle: Prodrusus, Fasc. II. p. 42.

2) Rohstoffe, p. 604.

3) Kotschy: Die Eichen Europas und des Orients,

4) ex museo petrop.

radiale Gruppen. Die Stumpfzellen erscheinen in lockeren, auf dem Querschnitt maschigen, tangentialen Reihen, verursachen aber dennoch eine deutliche Längsstreifung der radialen Schnittfläche. Die grossen 0,75 mm breiten braunen Markstrahlen sind 5—10 mm hoch und tangential 1—2 mm abstehend. Auf 15 qmm d. T. kommen ihrer etwa 20. Die Spiegel sind braun und das feste Holz tief rothbraun.

Vorkommen: Das untersuchte Stammstück wurde von Maximowicz auf Nippon gesammelt und dem petersburger Museum einverleibt. Aus diesem gelangte es an den hiesigen Königl. botanischen Garten. — *Q. serrata* soll nach Brandis¹⁾ ein mittelgrosser hinfälliger Baum sein. (Das untersuchte Stück aus dem petersburger Museum war auch bereits schadhaft.)

36. *Quercus Phellos* L.²⁾

„Willow oak“. Syn.: *Q. virginiana* Pluck.

Die grossen Gefässe erscheinen seitlich etwas zusammengedrückt. Ihr radialer Durchmesser ist 0,25—0,39 mm, der tangentiale dagegen nur 0,23—0,29 mm. Die kleinen Gefässe sind im mittleren Theil des Jahresringes 0,10 mm weit und deutlich sichtbar, im Herbstholz sind sie dagegen nur 0,14 mm weit und daher nicht mit blossem Auge wahrzunehmen. Die radialen Reihen sind einfach und gleichmässig. Nicht selten finden sich kürzere, nicht durch die 9 mm breiten Jahresringe verbreitete Züge kleiner Gefässe.

Zwischen je 2 breiten Markstrahlen befinden sich 2—3 solcher radialer Gefässgruppen. Die Stumpfzellen sind nicht in dichten tangentialen Reihen, sondern vereinzelt und in kürzeren tangentialen Gruppen anzutreffen. Doch lassen sie, im Ganzen betrachtet, eine tangentiale Anordnung erkennen. Dem blossen Auge erscheinen sie auf Querschnitten als matte breite Streifen ohne bestimmte Umrisse. Ebenso undeutlich ist auch die Streifung des Radialschnitts. Die breiten Markstrahlen³⁾ sind horizontal 1—1,5 mm

1) l. c. p. 486.

2) Sargent'sche Sammlung No. 232. Taf. XII Fig. 28 vgl. Figurenerklärung.

3) Bei dieser und der folgenden Art verbreitern sich die breiten Markstrahlen im Frühlingsholz um ein Weniges.

entfernt. 0,3 mm breit. 5—20 mm hoch und auf 15 qmm d zu 20—30 angeordnet. Die Spiegel sind rothbraun wie das Holz. Der Splint ist hellröthlich. Die Holzspitzzellen sind 0,02187 (im Mittel) breit, besitzen ein Lumen von nahezu 0,012 mm.

Technischer Werth: Nach Sargent ist das Holz von ringer Bedeutung: es wird zuweilen zu Felgen verarbeitet. Es ist aber von wenig Dauerhaftigkeit.

Vorkommen: Dieser mittelgrosse Baum soll sich gewöhnlich an sumpfigen Ufern und an Gestaden von Long-Island, Florida, Kentucky bis zum östlichen Texas verbreiten.

37. *Quercus coccinea* Wang.¹⁾

„Scarlet oak“.

Ganz ähnlich wie die vorige im anatomischen Bau. Nur die radialen Reihen der kleinen Gefässe noch schmaler, die tangentialen Reihen der Stumpzellen dichter und die Längsstreifen dem Radialschnitt deutlicher. Die grossen Markstrahlen sind dem Stammquerschnitt gelblichroth, besitzen nur 0,28 mm B und den tangentialen Abstand von 1—1,5 mm. Auf 15 qmm a kommen etwa 30 Markstrahlen, die nur 2—12 mm hoch sind. Die Spiegel sind gelbröthlich wie der Splint. Das Kernholz rothbraun, aber heller als bei voriger Art. Das Holz ist zähe, leicht zu schneiden.

Vorkommen: Auf leichtem sandigen Boden in der Nähe Küste im östlichen Massachusetts und Minnesota.

b) Mit dickwandigen Gefässen einerlei Art, welche im M 0,16 mm weit sind. Ihre Reihen zeigen im Ganzen radiale Ordnung. Jahresringe makroskopisch undeutlich begrenzt.

α) Die radial angeordneten Reihen der Gefässe sind meist L

1) Nach Sargent „Catalogue“ etc. p. 47 wird diese Eiche mit *Q. tinctoria* verwechselt. Nach den anatomischen Merkmalen lassen sich beide Arten einanderhalten. Sargent'sche Sammlung No. 213.

38. *Quercus virens* Ait.¹⁾„Life oak“. Syn.: *Q. sempervirens* Ait.*Q. oleoides* Cham. et Schl.*Q. retusa* Liebm.

Die Gefässe sind im Mittel 0,20 mm weit. Ihre Reihen sind ungleich breit und in der Anordnung zuweilen auf dem Querschnitt baumartig. Die radialen Züge derselben vereinigen sich zuweilen auch tangential. Im Frühjahrsholz des Splints sind die Gefässe um ein Weniges weiter, doch nicht mit der Regelmässigkeit wie bei der Gruppe a. Es kommen auch radiale, völlig isolirte Gruppen von Gefässen vor. Die tangentiale Anordnung der Stumpfzellen ist zwar vorhanden, aber nur undeutlich zu bemerken. Unter dem Mikroskop zeigt der Querschnitt, dass die Stumpfzellen in kürzeren tangentialen Gruppen und maschenartig zwischen den dickwandigen Holzspitzzellen stehen. Nur in schmalen Jahresringen sind ihre Reihen dichter. Die grossen Markstrahlen²⁾ sind 0,5—1 mm breit, horizontal 1—3 mm entfernt und 5—10 mm hoch. Auf 15 qmm d. T. stehen 10 Markstrahlen. — Der Spiegel ist gelblich. Der Splint ist gelblichroth, das Kernholz dagegen gelbbraun. ●

Technischer Werth: Das feste schwere Holz findet eine allgemeine Verwendung, wird auch zu Schiffbauten benutzt.

Vorkommen: An den Gestaden Floridas, am Golf von Mexiko, Texas, Virginien.

39. *Quercus oblongifolia* Torr.³⁾

„Evergreen white oak“. „Life oak“.

Gefässe wie bei voriger Art. Die tangentialen Reihen der Stumpfzellen sind fast ganz undeutlich; doch zeigen sie besonders im Frühlingsholz eine dichtere Anordnung. Die Grenze der Jahresringe wird an Holzspitzzellen, die tangential verbreitert sind, erst unter dem Mikroskop zum Theil erkannt. Die grossen Markstrahlen sind 0,5—1 mm breit, 3—8 mm hoch und stehen horizontal 2—2,5 mm ab. Auf 15 qmm d. T. kommen 15—20 Markstrahlen. Einige von

1) Sargent'sche Sammlung No. 238.

2) Einige scheinen die Peripherie des Stammes nicht zu erreichen.

3) Sargent'sche Sammlung Nr. 230.

ihnen zeigen die Eigenthümlichkeit, noch vor Erreichung der Peripherie sich aufzulösen („aussetzende Strahlen“ Th. Hartig's). Im Frühlingsholz verbreitern sich alle grossen Markstrahlen. Ihre Farbe ist auf dem Stammquerschnitt gelblichgrau und ein ähnliches Aussehen besitzen auch die breiten Spiegel. Das schwere, harte, aber leicht brechbare Holz ist grau mit einem bräunlichen Anflug. Jahresringe concav.

Vorkommen: Auf den Gebirgen des südwestlichen Californiens von San Diego bis Los Angeles und in Chihuahua.

Eine schöne Eiche, deren Stamm 2—2½' im Durchmesser breit ist.

40. *Quercus chrysolepis* Liebm.¹⁾
 „California Life oak“. Syn.: *Q. fulvescens* Kell.
Q. crassipocula Torr.

Gefässe sind sehr eng, kaum 0,09 mm weit; sie sind in radialen isolirten Gruppen wie auch in tangential zusammenhängender Zügen zu bemerken. Jahresringe sehr undeutlich, sind aber dennoch theilweise durch platte Holzspitzzellen angedeutet, die man nur mit dem Mikroskop erkennen kann. Die Stumpfzellen zeigen eine ähnliche Anordnung wie bei voriger Art. Die grossen Markstrahler sind horizontal 3—8 mm von einander entfernt, ihre Breite beträgt 0,5—0,75, die Höhe 2—16 mm. Auf 15 qmm d. T. finden sich 8—16 breite Markstrahlen. Holz und Markstrahlen sind braunroth. Auch hier zeigen die Markstrahlen die bei voriger Art erwähnte Eigenthümlichkeit, vor der Peripherie auszusetzen.

Vorkommen: In Californien an der Küste und an den westlichen Abhängen der Sierra Nevada.

41. *Quercus rugosa* Née.²⁾

Gefässe wie bei voriger Art angeordnet und von nahezu gleicher Weite. Die radialen Gruppen derselben verschmelzen sehr oft tangential. Die Stumpfzellen stehen theils in deutlichen concentrischen Kreisen, theils bilden sie nur kürzere oder längere tangential Reihen

1) ex museo petrop.

2) ex horto berol.

Die breiten Markstrahlen sind häufig getheilt, enthalten Gruppen von Holzspitzzellen und Gefässen zwischen ihren Zellen. Die meisten dieser Strahlen sind secundär, doch waren auch primäre zu bemerken. Ihre Breite ist nicht selten 1 mm, Höhe 8 mm und auf 15 qmm d. T. stehen 11 breite Markstrahlen. Die schmalen Markstrahlen sind als feine hellere Streifen zwischen den ersteren zu bemerken. — Das Holz in der Richtung der Markstrahlen leicht spaltbar, ist rothbraun und lässt sich leicht schneiden.

Vorkommen: In Mexiko.

Q. rugosa ist ein Baum von mittlerer Grösse.

42. *Quercus Ilex* L.¹⁾

Syn.: *Q. expansa* Poir.

Q. calicina Poir.

Q. Gramuntia L.

Der untersuchte Stamm war noch jung und hatte einen Durchmesser von 1,4 cm. Die Gefässe sind in breiten radialen Reihen angeordnet, kommen tangential selten in Berührung. Die Markstrahlen sind wie bei voriger Eiche von Holzspitzzellen stark durchsetzt, meist secundär, doch konnte ich auch primäre Markstrahlen entdecken, welche im Mark mit 4 und mehr Zellen Breite²⁾ ihren Ursprung nahmen und sich nach der Peripherie des Stammes hin verbreiterten. Zwischen je 2 Markstrahlen befindet sich ein breiter radialer Zug gleichgrosser Gefässe. Die Stumpfczellen stehen in kürzeren und längeren tangentialen Reihen, namentlich in jüngeren Jahresringen. In älteren sind ihre Reihen durch Holzspitzzellen und Gefässe gelockert. Das Kernholz ist röthlich, der Splint gelblichweiss und zähe.

Vorkommen: In Süd-Europa; erreicht nach Kotschy³⁾ ihre Nordgrenze am Nordufer des Garda-Sees bei Riva und Duino bei Triest. Im südlichen Frankreich ist es nach genanntem Autor das gemeinste und geschätzteste Brennholz.

Die Varietät *Q. Fordii* Hort. bietet in anatomischer Hinsicht nichts Abweichendes dar.

1) ex horto berolinense. Einen gleichen Bau zeigte auch ein 7,5 mm starker Stamm von *Q. Turneri* Willd.

2) horizontal.

3) l. c. No. 38.

43. *Quercus coccifera* L.¹⁾Syn.: *Q. graeca* Kotschy.Wie *Q. Ilex*. Stamm 1 cm Durchmesser.44. *Quercus Calliprinos* L.Wie *Q. Ilex*. Stamm 3 mm Durchmesser.45. *Quercus lanuginosa* Don.Syn.: *Q. Banga* Ham.*Q. lanata* Wall.

Der junge Stamm mass 1,1 cm im Durchmesser. Gefässe und Stumpfzellen wie bei *Q. Ilex* angeordnet. Die breiten Markstrahlen sind spärlich. Das zähe Holz ist röthlich mit gelblichem Anflug.

Vorkommen: In Neapel, wo sie als ein grosser Baum sich vorfindet. —

Alle diese jungen Eichenstämme waren mit nur 0,07 mm (im Mittel) weiten und 0,24 mm langen Gefässen versehen. Die Holzspitzzellen zeigten eine Länge von nur 0,6 mm im Mittel. Bei *Q. Calliprinos*, einem allerdings sehr jungen Stamm, waren sie nur 0,3 mm lang.

46. *Quercus paucilammellosa* Hook.²⁾Syn.: *Q. lammellosa* Hook.

Die Jahresringe sind sehr undeutlich, selbst durch das Mikroskop erkennt man ihre Grenzen nicht immer, weil die Holzspitzzellen der äussersten Jahreslagen nur streckenweise tangential verbreitert vorkommen. Die Stumpfzellen sind in den einzelnen tangentialen Reihen locker eingeordnet, erscheinen auf dem Querschnitt maschig vertheilt und gänzlich isolirt, aber selbst in dieser unregelmässigen Anordnung ist eine tangentiale Richtung nicht zu verkennen. Die Gefässe sind in einigen Lagen dieses Eichenholzes etwas weiter als sie sonst in den Eichen dieser Gruppe angetroffen werden. Ich fand ihren Durchmesser 0,23 mm. In vielen anderen Lagen waren sie

1) No 43—45 ex hort. berol.

2) ex museo petrop.

im Mittel 0,16 mm weit. Viele von ihnen sind sehr dicht mit Thyllen erfüllt, so dass sie auf dem Querschnitt als weissgraue Punkte erscheinen. Die grossen Markstrahlen sind 1—1,5 mm breit, haben einen horizontalen Abstand von 2 mm bei einer Höhe von 5—18 mm. Auf 15 qmm d. T. fand ich ihrer 12—15. Auf dem Querschnitt des Stammes zeigen sie seitlich von der Mediane viele spitze Zellen; nicht selten sind sie von Holzspitzzellen quer durchsetzt. Hin und wieder gehen auch Gefässe durch sie hindurch. Die meisten breiten Markstrahlen erstrecken sich bis zur Rinde, doch liessen sich auch einige nicht bis zur Peripherie reichende Strahlen vorfinden. Einige Spitzzellen in der Nähe der Markstrahlen führten deutlich nachweisbaren Gerbstoff. Sie erreichen nicht selten die Länge von 1,6 mm und eine Breite von 0,02 mm. Sowohl Markstrahlen als auch Stumpfzellen enthalten braunen Gerbstoff. — Das Holz ist dunkelbraunroth und hart.

Vorkommen: In Sikkim.

Nach Brandis¹⁾ soll diese Eiche 40—60' hohe Stämme mit 9—15' Umfang haben.

47. *Quercus glabra* Thunbg.²⁾

Die Jahresringe sind deutlich durch breite dunklere Holzspitzzellen begrenzt. Die Gefässe sind in radialen Gruppen angeordnet, haben nur die Weite von 0,16 mm im Mittel. Im Frühlingsholz sind die Gruppen breiter, im Herbstholz meist schmaler. Die Stumpfzellen sind in tangentialen schlängelnden Reihen angeordnet, welche einen regelmässigen radialen Abstand haben, was man am deutlichsten auf dem regelmässig längsstreifigen radialen Schnitt erkennen kann. Die grossen Markstrahlen sind tangential 1—3 mm von einander entfernt, 0,5—1 mm breit und 3—10 mm hoch. Auf 15 qmm d. T. zählte ich 20 Markstrahlen. Sie werden von Holzspitzzellen nicht selten durchsetzt und verhalten sich wie im Holz der vorigen Eiche. Die Holzspitzzellen eines jungen Stammes waren 0,6 mm, die des alten 1,01 mm lang. Die Breite blieb bei beiden

1) l. c. p. 488.

2) ex hort. berol. et petrop.

0,017 mm im Mittel. Das Holz des ersteren ist hellrothbraun, des letzteren tief braunroth (chocoladefarben).

Vorkommen: Auf Kiu-Siu.

48. *Quercus Burgeri* Bl.¹⁾

Syn.: *Q. gemelliflora* Burger.

Anordnung der Gefässe und Stumpfzellen wie bei voriger Art. Die hellen breiten Markstrahlen stehen tangential 2—5 mm ab, sind 0,25—0,4 breit, 2—9 mm hoch. Auf 15 qmm d. T. waren etwa 14 breite Markstrahlen zu zählen. Das Holz ist hellröthlich.

Vorkommen: Auf Nippon von Maximowicz gesammelt.

49. *Quercus gilva* Bl.²⁾

Gefässe in etwas schmalere radial angeordneten Reihen, die aber tangential nicht selten zur Verschmelzung kommen. Auch isolirte radiale Gruppen sind auf dem Querschnitt zu bemerken. Die Stumpfzellen stehen in den radial getrennten, tangential verlaufenden Reihen weniger dicht als bei den vorigen Arten; in Folge dessen ist die Längsstreifung des radialen Schnitts weniger deutlich ausgeprägt. Die gelblichen breiten Markstrahlen zeigen dieselben Grössen- und Anordnungsverhältnisse wie bei voriger Eichenart. Das Holz ist röthlichgelb.

Vorkommen: Auf Kiu-Siu bei Nagasaki von Maximowicz gesammelt.

50. *Quercus thalassica* Hance.³⁾

Syn.: *Q. inversa* Lindl.

Q. acuta Sieb.

Q. sieboldiana Bl.

Jahresringe werden durch die Holzspitzzellen des Herbstholzes angedeutet. Die Gefässe stehen theils in breiteren, theils in schmalen einreihigen schlängelnden radialen Zügen. Auch völlig isolirte

1) ex museo petrop.

2) ex museo petrop.

3) ex museo petrop.

Gruppen sind zu bemerken. Die Stumpfzellen stehen in deutlich abgesonderten concentrischen Kreisen und verursachen die regelmässige Längsstreifung des Radialschnitts. Die Markstrahlen verhalten sich wie bei voriger Art, haben jedoch eine mehr braune Farbe. Das Holz ist an gesunden Stellen rothbraun (von Choccoladefarbe), fest und dicht.

Vorkommen: Im nördlichen China und Japan. Das untersuchte Stammstück rührt von einem von Maximowicz bei Nagasaki entdeckten Baum her.

β) Die radialen Gruppen der Gefässe sind schmal, 1—2schichtig, werden tangential selten vereinigt angetroffen.

51. *Quercus Suber* L.¹⁾ „Korkeiche“.

Jahresringe meist sehr unregelmässig gebildet, von breiten Holzspitzzellen begrenzt. Nicht selten sind im Frühlingsholz etwas weitere Gefässe, welche 0,20—0,23 mm im Durchmesser haben, zu bemerken, doch bringen sie im Allgemeinen durch ihre Anordnung den Charakter dieser Gruppe zum Ausdruck. Ganz besonders gilt dieses vom Kernholz. In den äussersten Jahresringen kommen die radialen Reihen auch tangential näher zu stehen. Die Holzstumpfzellen stehen in concentrischen Kreisen, tangentialen Binden und vereinzelt Gruppen. Die hellrothen Markstrahlen sind 0,8 mm (im Mittel) breit, stehen sehr dicht (1—1,5 mm) und sind 3—10 mm hoch. Auf 15 qmm d. T. kommen ihrer etwa 20. Das hellrothbraune Holz ist fest und zähe.²⁾

Vorkommen: In Spanien, in der Berberei, Süd-Frankreich, Italien, Dalmatien und Griechenland. Der nördlichste Punkt ihrer Verbreitung ist nach Kotschy³⁾ Istrien, wo sie bei Pola einen Bestand bilden soll.

Die Korkeiche besitzt 30—50' Höhe und 2' im Durchmesser.

1) ex hort. berol.

2) Von dieser Eiche wird das Holz wenig geschätzt, nur der Kork wird von ihnen Stämmen gewonnen.

3) l. c. No. 33.

52. *Quercus agrifolia* Née.¹⁾

„Enceno“.

Auch hier sind die Gefässe im Frühlingsholz ein klein wenig grösser, ganz wie bei *Q. Suber*. Sie sind in 1—2schichtigen Reihen radial angeordnet. Letztere weichen selten von der Richtung des Radius ab. Auch gänzlich isolirte Gefässe kommen unter den dickwandigen Spitzzellen vor. Die Holzstumpfzellen stehen in deutlichen etwas maschigen tangentialen Reihen, die zuweilen auch eine schlängelnde Anordnung zeigen. Besonders am Stamm dieser Eiche bemerkt man auf dem radialen Schnitt 2 Systeme sich kreuzender paralleler Streifen. Die radialen Streifen rühren von den kleinen Markstrahlen her und die regelmässigen Längsstreifen werden von den Reihen der Stumpfzellen verursacht. Die 0,25—0,50 mm breiten grossen Markstrahlen sind tangential nur 2—4 mm entfernt, 5—6 mm hoch, werden häufig von Holzspitzzellen quer durchsetzt und stehen zu 15 auf 15 qmm. Der Spiegel ist tief braunroth. Das Holz besitzt eine hellbraunrothe Farbe. Es scheint leicht und von geringer Festigkeit zu sein.

Vorkommen: An der californischen Küste, südlich von San Francisco bis Mendocino County. —

Ein 120' hoher Baum, dessen Stamm 8—21' im Umfang messen kann. Soll auch strauchartig vorkommen. Untersucht wurde das Holz des Baumstammes. —

53. *Quercus glauca* Thunbg.²⁾

(Sectio Cyclobalanus.)

Die Jahresringe werden durch dickwandigere dunklere Holzspitzzellen regelmässig begrenzt. Die Gefässe stehen in einfachen, meist einschichtigen radialen schlängelnden Reihen. Auf dem Querschnitt zeigen sie nur selten tangentiale Annäherung, gewähren aber öfter in ihrer Anordnung ein baumartiges Aussehen. Auch sehr kurze radiale Gruppen von 2—4 Gefässen sind zu bemerken. Die Stumpfzellen stehen in dichten regelmässigen concentrischen Kreisen. Bei

1) ex museo petrop.

2) ex museo petrop.

keiner der von mir untersuchten Eichen zeigt der Radialschnitt eine so deutliche gleichmässige Längsstreifung. Die röthlichen grossen Markstrahlen sind etwa 0,3—0,4 mm breit, stehen von einander tangential etwa 3 mm ab, sind 5—10 mm hoch und waren auf 15 qmm d. T. zu 13 vertheilt. Das tiefbraunrothe Holz ist hart. Das Lumen der Spitzzellen klein.

Vorkommen: In Japan.

Die folgende Art findet ihren Platz am besten hier. Der spärlichen grossen Markstrahlen halber möchte ich nicht noch eine neue Gruppe bilden.

54. *Quercus cuspidata* Thunbg.¹⁾

(Sectio Chlamydobalanus.)

Die Jahresringe werden von breiten Holzspitzzellen des Herbstholzes begrenzt und durch 0,20 mm weite Gefässe angedeutet. Letztere stehen in schmalen einschichtigen Reihen im Frühlingsholz, wo auch die Holzspitzzellen etwas weitlichtiger sind. Die radialen Reihen der Gefässe zeigen auf dem Querschnitt meist eine baumartige Anordnung. Nicht selten bemerkt man ihre Reihen in einer zum Radius schiefen Richtung stehen. Im Herbstholz sind die engsten Gefässe, die im Mittel nur 0,07 mm Weite haben. Die Länge derselben war im Mittel 0,50 mm. Zuweilen zeigten ihre Enden eine leiterförmige Durchbrechung. Die Wände waren 0,0041—0,006 mm dick und zeigten grosse Hofporen (0,0087—0,009 mm im Durchmesser). In dünneren Jahresringen waren tangential weit von einander abstehende zweischichtige Reihen enger Gefässe wie gewöhnlich radial angeordnet zu bemerken. Die Stumpzellen sind zu concentrischen Kreisen im Stamm angeordnet. Die Flächen der radialen Schnitte sind regelmässig längsstreifig. Die breiten Markstrahlen sind sehr spärlich, etwa 0,3—0,4 mm breit, 5—7 mm hoch, stehen tangential etwa 15 mm ab.²⁾ Der Spiegel ist undeutlich und sein häufiges Fehlen auf dem radialen Schnitt verleiht diesem Eichenholz

1) Der untersuchte Stamm hatte einen Durchmesser von ca. 8 cm, war völlig morsch, so dass das Holz sich mit dem Nagel eindrücken liess. (Ex museo petrop.)

2) Zuweilen auf Querschnitten gänzlich fehlend.

ein fast birkenholzartiges Aussehen¹⁾. Auch die Holzspitzzellen lassen auf Querschnitten eine deutliche radiale Richtung in der Anordnung erkennen. Bei der Länge von 1 mm (im Mittel) sind sie 0,020 mm breit und besitzen bei 0,0040 mm dicken Wänden ein Lumen von 0,0120 mm. Das Holz ist auf dem Radialschnitt gelblich, auf dem Querschnitt gelblichbraun.

Vorkommen: Auf Kiu-Siu.

B. Breite Markstrahlen durch dazwischen tretende Holzbestandtheile in schmale, gruppig beisammenstehende Strahlen aufgelöst. Alles Uebrige wie in voriger Abtheilung der Gruppe β .

55. *Quercus dilatata* Lindl.²⁾

Syn.: *Q. floribunda* Lindl. in Wall.

Jahresringe sind sehr unregelmässig und nur theilweise von breiten Holzspitzzellen begrenzt. Die Gefässe stehen in dem sehr dichten Holz in radialen Gruppen, die tangential isolirt sind. Die einzelnen Gefässe sind nur im Splint mit blossen Auge deutlich wahrnehmbar. Sie besitzen hier eine Weite von 0,18 mm. Die tangentialen Reihen der Stumpfbzellen sind sehr locker und erscheinen auf dem Querschnitt maschig und in Gruppen angeordnet. Auch einzelne kürzere tangentiale Reihen sind anzutreffen. Die Markstrahlgruppen sind tangential 1—2 mm entfernt und haben eine Breite von 0,75 bis 1 mm. Die Holzspitzzellen sind 1,7 mm lang, 0,017 mm breit, besitzen ein sehr enges Lumen, führen aber in der Nähe der Markstrahlen Gerbstoff. Das rothbraune Holz ist sehr dicht und hart. Es hat das Aussehen des Mahagoniholzes.

Technischer Werth: Das harte Holz ist nach Brandis³⁾ sehr dauerhaft, wird zu Bauten und Herstellung von Ackergeräth-

1) Es erinnert durch seinen Bau an *Castanopsis indica* Alph. DeC., der aber die breiten Markstrahlen fehlen. Auch sind die Gefässe weiter und wie bei *Quercus glauca* angeordnet.

2) ex museo petrop. Taf. XII, Fig. 29 Querschnitt.

Anm.: Das untersuchte Stück entstammt dem Museum petropolitanum, woher es mit der Auszeichnung „India (Simla, Punjab)“ an den hiesigen königl. botan. Garten gelangte. Das Holz ist an der Peripherie zwischen je 2 Markstrahlgruppen eingesenkt. — Vgl. auf Taf. XII, Fig. 27, bei *Q. alba* dasselbe.

3) l. c. p. 483.

~~schaffen~~ benutzt. Am Satledsch (Sutlej) soll es höher geschätzt werden als das Holz aller anderen Eichen.

Vorkommen: *Q. dilatata* ist ein grosser Baum des westlichen Himalaya.

Kurze Uebersicht über die Gruppierung der Eichen nach anatomischen Gesichtspunkten.

Hauptabtheilung A: Mit breiten grossen Markstrahlen.

Abtheilung a: Jahresringe durch concentrische Kreise grosser Gefässe des Frühlingsholzes deutlich begrenzt, schon mit blossen Auge wahrnehmbar. Kleinere Gefässe befinden sich zu radialen Reihen im Herbstholz angeordnet.

I. Unterabtheilung: Mit dünnwandigen Gefässen.

Gruppe α : Die radialen Reihen kleiner enger Gefässe stossen tangential aneinander.

† Die radialen Reihen vereinigen sich im Herbstholz vorwiegend.

1. *Quercus lyrata* Walt. (*Leucobalanus* Eng., *Lepidobalanus* DeC., sectio I. *Eulepidobalanus* Ørst.).

†† Die radialen Reihen vereinigen sich im Herbstholz tangential zum Theil.

2. *Q. alba* L. (*Lepidobalanus* DeC., *Leucobalanus* Eng., sect. I. *Eulepidobalanus* Ørst.).

3. *Q. Durandii* Buck. (*Leucobalanus* Eng., *Lepidobalanus* DeC.).

4. *Q. stellata* Wang. (*Leucobalanus* Eng., *Lepidobalanus* DeC.).

5. *Q. macrocarpa* Mchx. (*Leucobalanus* Eng., *Lepidobalanus* DeC., sectio I. *Eulepidobalanus* Ørst.).

6. *Q. Wislizeni* Alph. DeC. (*Melanobalanus* Eng., *Lepidobalanus* DeC., subg. III. *Erythrobalanus*, sect. II. *Microcarpaea* Ørst.).

7. *Q. Prinus* L. (*Leucobalanus* Eng., *Lepidobalanus* DeC., sect. II. *Prinus* Ørst.).

8. *Q. Garryana* Dougl. (*Leucobalanus* Eng., *Lepidobalanus* DeC., sect. I. *Eulepidobalanus* Ørst.).

9. *Q. bicolor* var. *Michauxii* Eng. (*Leucobalanus* Eng., *Lepidobalanus* DeC., sectio II. *Prinus* Ørst.).

Gruppe β : Die radialen Reihen kleiner Gefässe sind verhältnissmässig schmal und tangential vorwiegend isolirt.

10. *Q. bicolor* Willd. (*Leucobalanus* Eng., *Lepidobalanus* DeC., sectio II. *Prinus* Ørst.)
11. *Q. sessiliflora* Sm. (*Lepidobalanus* DeC., sectio I. *Eulepidobalanus* Ørst.).
12. *Q. iberica* Stev. (*Lepidobalanus* DeC.)
13. *Q. grosseserrata* Bl. (*Lepidobalanus* DeC., sect. II. *Prinus* Ørst.) ➤ -
14. *Q. castaneifolia* C. A. Mey. (Subg. III. *Cerris*, sect. I. *Eucerris* Ørst.) ➤ -
15. *Q. pedunculata* Ehrh. (*Lepidobalanus* DeC., sectio I. *Eulepidobalanus* Ørst.) ➤ -
16. *Q. Thomasii* Ten. (*Lepidobalanus* DeC., sectio I. *Eulepidobalanus* Ørst.) ➤ -
17. *Q. undulata* var. *grisea* Eng. (*Leucobalanus* Eng.)
18. *Q. mongolica* Fisch. (*Lepidobalanus* DeC., sectio IV, *Ilex* Ørst.) ➤ -
19. *Q. macranthera* Fisch. et Mey. (*Lepidobalanus* DeC.)
20. *Q. heterophylla* Mchx. (*Lepidobalanus*)

Gruppe γ : Die radialen Reihen kleiner Gefässe sind sehr schmal und letztere etwas in der Weite verschieden. Die grossen Gefässe lassen in den concentrischen Kreisen Gruppen erkennen.

21. *Q. lobata* Née. (*Leucobalanus* Eng., *Lepidobalanus* DeC., sect. I. *Eulepidobalanus* Ørst.)
22. *Q. glandulifera* Bl. (*Lepidobalanus* DeC., sect. II. *Prinus* Ørst.) ➤ -

II. Unterabtheilung: Mit dickwandigen Gefässen.

Gruppe α : Grosse Gefässe in den concentrischen Kreisen deutlich gruppirt. Kleine Gefässe eng in schmalen radialen Reihen.

23. *Q. rubra* nebst var. *texana* Buckl. (*Melanobalanus* Eng., Subg. I. *Erythrobalanus*, sectio I. *Euerythrobalanus* Ørst.) ➤ -
24. *Q. tinctoria* Bartr. (*Melanobalanus* Eng., *Erythrobalanus*, sect. I. *Euerythrobalanus* Ørst.) ➤ -

Gruppe β : Grosse Gefässe wie in voriger Gruppe. Die radialen Züge kleiner Gefässe breit; letztere weit, meist mit blossen Augen wahrnehmbar.

25. *Q. imbricaria* Mchx. (Melanobalanus Eng., Erythrobalanus, sectio II. Mikrokarpacea Ørst.).
26. *Q. hypoleuca* Eng. (Melanobalanus Eng., Erythrobalanus, sect. II. Mikrokarpacea Ørst.).
27. *Q. laurifolia* Mchx. (Melanobalanus Eng.).
28. *Q. Kelloggii* Newb. (Melanobalanus Eng., Euerythrobalanus, sect. I. Euerythrobalanus Ørst.).
29. *Q. palustris* Mchx. (Melanobalanus Eng., Erythrobalanus, sect. I. Euerythrobalanus Ørst.).
30. *Q. falcata* Mchx. (Melanobalanus Eng., Erythrobalanus, sect. II. Euerythrobalanus Ørst.).
31. *Q. Catesbaei* Mchx. (Melanobalanus Eng., Erythrobalanus, sect. I. Euerythrobalanus Ørst.).
32. *Q. aquatica* Nutt. (Melanobalanus Eng., Erythrobalanus, sect. II. Mikrokarpacea Ørst.).
33. *Q. nigra* L. (Melanobalanus Eng., Erythrobalanus, sectio II. Mikrokarpacea Ørst.).

Gruppe γ : Mit deutlich radialer Gruppierung in den Kreisen grosser Gefässe des Frühlingsholzes. Die radialen Reihen kleiner Gefässe schmal und gerade. Enge Gefässe mit blossem Auge sichtbar.

34. *Q. Cerris* L. (Subg. III. Cerris, sectio I. Eucerris Ørst.).
35. *Q. serrata* Thunb. (Subg. III. Cerris, sect. II. Erythrobalanopsis Ørst.).
36. *Q. Phellos* L. (Melanobalanus Eng., subg. III. Erythrobalanus, sectio II. Mikrokarpacea Ørst.).
37. *Q. coccinea* Wang. (Melanobalanus Eng., subg. III. Erythrobalanus, sectio I. Euerythrobalanus Ørst.).

Abtheilung b: Mit dickwandigen Gefässen einerlei Art, welche zu radialen Reihen oder Gruppen geordnet sind. Jahresringe mit blossem Auge undeutlich zu erkennen, werden meist nur von dickwandigen Holzzellen der äussersten Schichten des Herbstholzes angedeutet. Mikroskopisch wahrnehmbar.

Gruppe α : Die radial angeordneten Reihen der Gefässe sind meist breit.

38. *Q. virens* Ait. (*Leucobalanus* Eng., *Lepidobalanus* DeC., sect. I *Ilex* Ørst.).
39. *Q. oblongifolia* Torr. (*Leucobalanus* Eng.).
40. *Q. chrysolepis* Liebm. (*Leucobalanus* Eng., *Lepidobalanus* DeC., sectio IV. *Ilex* Ørst.).
41. *Q. rugosa* Née. (*Lepidobalanus* DeC.).
42. *Q. Ilex* nebst *Fordii* Hort. (*Lepidobalanus* DeC., sectio I *Ilex* Ørst.).
43. *Q. coccifera* L. (Subg. III. *Cerris*, sectio IV, *Illicopsis* Ørst.).
44. *Q. Calliprinos* L. (Subg. III. *Cerris*, sectio IV. *Illicopsis* Ørst.).
45. *Q. lanuginosa* Don. (Subg. III. *Cerris*, sectio III. *Suber* Ørst.).
46. *Q. paucilammellosa* Hook. (Subfam. I. *Cyclobalanopsis* Ørst., Subg. I. *Eucyclobalanopsis*, sectio I. Ørst.).
47. *Q. glabra* Thunbg. (Sect. *Pasania* Miq., Subgen. I. *Eupasania* Ørst., sectio I.).
48. *Q. Burgeri* Bl. (Subfam. I. *Cyclobalanopsis* Ørst., Subg. *Eucyclobalanopsis*, sectio I. Ørst.).
49. *Q. gilva* Bl. (Subfam. I. *Cyclobalanopsis* Ørst., Subg. I. *Eucyclobalanopsis*, sectio I. Ørst.).
50. *Q. thalassica* Hance (Sect. *Pasania* Miq., Subg. I. *Eupasania* Ørst., sectio I. Ørst.).

Gruppe β : Radiale Züge der Gefäße wie auch die Gruppen letzteren meist schmal.

51. *Q. Suber* L. (Subg. III. *Cerris* Ørst., sect. III. *Suber* Ørst., *Lepidobalanus* DeC.).
52. *Q. agrifolia* Née. (*Melanobalanus* Eng., Subg. I. *Lepidobalanus* DeC., sectio IV. *Ilex* Ørst.).
53. *Q. glauca* Thunb. (Subfam. I. *Cyclobalanopsis* Ørst., Subg. *Eucyclobalanopsis* Ørst., sectio I.).

Mit spärlichen breiten Markstrahlen und radialer Anordnung der Holzspitzzellen:

54. *Q. cuspidata* Thunbg. (*Pasania*, Subg. II. *Chlamydobalanus* (Endl.) Ørst.).
-

Hauptabtheilung B.

Breite Markstrahlen erscheinen unter dem Mikroskop betrachtet durch dazwischentretende Holzzellen zu gruppenartig beisammenstehenden schmalen Markstrahlen aufgelöst.

55. *Q. dilatata* Lindl.¹⁾ (*Lepidobalanus* DeC.).

(Hieran dürften auch *Q. rugosa* Née. und *Q. Ilex* L. erinnern.)

Diese soeben gegebene Eintheilung der Eichen wird gewiss durch umfassendere Untersuchungen noch manche Abänderung erfahren. Dass diese Gruppierung ihre Berechtigung hat, und nicht auf blos zufälligen Merkmalen beruht, lehrt mich der Vergleich mit den auf morphologischen Merkmalen begründeten Systemen von Engelmänn²⁾ und Ørsted³⁾. Mit grosser Befriedigung ersah ich, dass die Abtheilung a in den Gruppen α — γ der Unterabtheilung I. Engelmänn's Arten der Abtheilung *Leucobalanus* („White-Oaks“) ⁴⁾ Ørsted's I. und II. Section des Subgen. I. *Lepidobalanus* DeC. zum Theil vollständig⁵⁾ enthielten.

Zur Abtheilung a, Unterabtheilung II. mit den Gruppen α — γ gehören Engelmänn's 2. Abtheilung *Melanobalanus* („Black-Oaks“) ⁶⁾ zum grössten Theil und Ørsted's Subgen. III. *Erythrobalanus* mit den beiden ersten Sectionen *Eueyrythrobalanus* und *Mikrokarpaea*. Von letzterer ist nur *Q. Wislizeni* Alph. DeC. ausgenommen, welche sich bei mir unter a. I. α . befindet. Die immergrünen Eichen der Abtheilung b zeigen in ihrem anatomischen Bau eine grosse Uebereinstimmung. Neben den Gefässen, die von ihrer normalen Stellung nur wenig abweichen, gewähren auch Anordnung der Holzstumpfzellen und Beschaffenheit breiter Markstrahlen für die einzelnen Hölzer wesent-

1) Anm.: Die Arten unter 6, 13, 22, 26, 35 und 38—55 sind immergrüne Eichen.

2) Engelmänn: „Notes on oaks of the United-States“.

3) Ørsted: Recherches sur la classification des Chênes (Extrait des mémoires de la Société d'Histoire Naturelle de Copenhague) 1867.

4) Taf. XII. Fig. 27 vrgl. Figurenerklärung.

5) Die Ausnahmen sind aus den in Klammern beigefügten, dem Artnamen nachfolgenden Abtheilungsbezeichnungen der Gruppenübersicht zu sehen.

6) Taf. XII. Fig. 28 vrgl. Figurenerklärung.

liche Merkmale. Ich erinnere nur an *Quercus glauca* und *cuspidata*. Letztere steht eigentlich für sich da, aber die Anordnung ihrer Gefäße, sowie das Vorkommen breiter Markstrahlen nähert sie der Abtheilung b, obgleich in ihrem Stamm die radiale Anordnung der Holzspitzzellen mehr als aus anderen Eichenstämmen hervorleuchtet. Betrachtet man Querschnitte dieser Eiche, die keine breiten Markstrahlen aufweisen, so wird man lebhaft an das Holz der *Castanopsis indica* Alph. DeC. erinnert. Den Stämmen der beiden Arten *Castanopsis indica* und *C. chrysophylla* fehlen breite Markstrahlen und die weitlichtigen Holzspitzzellen stehen in radialer Anordnung, nur von den tangentialen Reihen und Gruppen der Holzstumpfzellen unterbrochen wird.

Durch die radialen schlängelnden Reihen seitlich etwas zusammengedrückter Gefäße erinnert *Castanopsis indica*¹⁾ besonders an *Quercus glauca*, bei der aber dieselben enger sind. *Castanopsis chrysophylla* besitzt dünnwandige Gefäße zweierlei Art wie die Eichen der Abtheilung a. I. a., doch stehen die weiten Gefäße des Frühlingsholzes sehr vereinzelt und sind von einander tangential etwa 1 mm weit entfernt. Alles Uebrige wie bei *C. indica*.

Zum Schluss mag hier eine Uebersicht über die wichtigsten anatomischen Unterschiede des Eichenholzes gegenüber den verwandten Gattungen folgen:

Mit vorwiegend tangentialer Anordnung der Stumpfzellen im Herbstholz.

I. Mit breiten compacten oder von Holzzellen durchsetzten sowie kleinen schmalen Markstrahlen.

a) Mit Gefäßen zweierlei Art, von denen die weiteren zu concentrischen Kreisen im Frühlingsholz, die kleineren eng dagegen in radialer Anordnung im Herbstholz stehen, oder

b) mit Gefäßen einerlei Art in radialen Reihen

Quercus.

1) Fig. 30.

II. Mit einförmigen, niedrigen, tangential nur 1—2 Zellen breiten Markstrahlen und Gefässarten wie bei I. (Holzspitzzellen mit radialer Anordnung)

Castanopsis.

Castanea.

(Bei letzterer sind die Holzstumpfszellen zuweilen im Herbstholz sehr unregelmässig gelagert, aber eine tangentiale Anordnung ist stets zu erkennen.¹⁾)

Erklärung der Abbildungen.

Tafel IX—XII.

Fig. 1 a. b. c. d. Krystalle von oxalsaurem Kalk in den Stumpfszellen von *Quercus virens* Ait.

Fig. 2. Tangentialer Schnitt durch *Quercus laurifolia* zeigt den Theil eines breiten Markstrahls, in welchem sich einige Krystalle von oxalsaurem Kali befinden. Einige Markstrahlzellen besitzen Poren p, die auf Zellzwischenräume ausgehen.

Fig. 3. Markstrahlzellen verschiedener Länge aus einem grossen Markstrahl von *Quercus Phellos* L.

Fig. 4. Zellen aus macerirten Markstrahlen von *Quercus oblongifolia* Torr.

a) Eine Reihe spitzer Markstrahlzellen aus einem grossen Markstrahl.

b) Ungewöhnlich hohe Markstrahlzellen ebendaher; str Stärkekörner.

Fig. 5. Ein Gefäss aus *Quercus pedunculata* Ehrh. an dem einen Ende doppelt durchbrochen.

Fig. 6. Ein ebenso gestaltetes Gefäss aus dem Stamme von *Quercus oblongifolia* Torr.

Fig. 7. Ein sehr kurzes, lang geschnäbeltes Gefäss von *Quercus oblongifolia* Torr.

Fig. 8. Ein unregelmässig gefeldertes Gefäss aus *Quercus glabra* Thunbg.

Fig. 9. Ein regelmässig gefeldertes Gefäss aus *Quercus oblongifolia* Torr.

Fig. 10. Ein leiterförmig geportes Gefäss aus *Quercus lanuginosa* Don.

Fig. 11. Ein leiterförmig durchbrochenes Gefäss aus *Quercus cuspidata* Thunbg.

Fig. 12. Eine kugelige Thylle mit kegelförmigen Poren aus einem Gefäss von *Quercus stellata* Wang.

1) J. Möller berichtigt l. c. p. 318 irrthümlich C. Sanio's Diagnose für das Holz von *Castanea vesca*. Wie ich mich überzeugt habe, fehlen letzterer Art weder Holzstumpfszellen noch Uebergangszellen (Tracheiden). C. Sanio's Diagnose $hp + 1 (t + G)$ bleibt zu Recht bestehen.

Fig. 13. Eine Thylle mit Stärkekörnern aus einem Gefäss von *Quercus Kelloggii* Newb.

Fig. 14 a, b. Gefässe, c. Uebergangszelle aus *Quercus oblongifolia* Torr.

Fig. 15 a b. Uebergangszellen aus macerirtem Material von *Quercus pedunculata* Ehrh.

a stellt eine ganze Uebergangszelle dar 1:150.

b zeigt nur das eine Ende einer solchen Zelle vergrössert 1:450.

Fig. 16. Uebergangszellen neben Holzstumpfzellen mit seitlichen Fortsätzen

a bei *Quercus Phellos* L.

b bei *Q. pedunculata* Ehrh.

u = Uebergangszelle.

st = Stumpfzelle.

Fig. 17. Gabelig getheiltes Ende einer Uebergangszelle aus *Quercus lanuginosa* Don.

Fig. 18 a. b. Holzspitzzellen mit gabelig getheiltem Ende

a aus *Quercus pedunculata* Ehrh.,

b - *Quercus pedunculata* Ehrh., die bei Frechem unweit Köln in angeblich römischen Bädern gefunden wurde. Das Zellende α steckte in einem entsprechenden Loche β des nebenan gezeichneten verbreiterten Endes einer anderen Holzspitzzelle.

Fig. 19. Dreigabeliges Ende einer Holzspitzzelle aus macerirtem Material von *Quercus Kelloggii* Newb.

Fig. 20. Buchtig gezähntes Ende einer Holzspitzzelle mit senkrechten Spalt-poren aus dem Stamme von *Quercus lanuginosa* Don

Fig. 21 a. b. Holzspitzzellen aus *Quercus Cerris* L.

a Holzspitz- und Holzstumpfzelle von einem anstossenden Markstrahl gebogen.

b Doppelt gekniete Holzspitzzelle.

Fig. 22 a. b. Stumpfzellen aus *Quercus Kelloggii* Newb.

a stellt zwei bei v in Verbindung stehende Stumpfzellen st dar, die oben durch Markstrahlzellen m getrennt sind.

b Zwei Stumpfzellen, von denen die untere st₂ seitliche Fortsätze zeigt.

Fig. 23. Eine Stumpfzelle mit seitlichen Fortsätzen aus *Quercus cuspidata* Thunb.

Fig. 24 a. b. Aehnliche Stumpfzellen aus *Quercus pedunculata* Ehrh.

Fig. 24 c. Zwei Stumpfzellen aus *Quercus lyrata* Walt. durch Fortsätze communicirend. Bei d ist die eine der communicirenden Zellen allein dargestellt („Conjugirtes Parenchym“ C. Sanio).

Fig. 25. Eine Stumpfzelle, die mit einem Gefäss durch elliptische Poren in Verbindung stand. Aus dem Stamm von *Quercus lanuginosa* Don.

Fig. 26. Holzspitzzellen aus *Quercus oblongifolia* Torr. an den Enden u m einander gedreht.

Fig. 27. Querschnitt von *Quercus alba* L. stellt dar den Theil eines Jahresringes zwischen zwei grossen Markstrahlen MM'. Oben bei a grenzt der Jahresring an den nächst jüngeren, der auf der Zeichnung fehlt und unten bei b an den nächst älteren, der ebenfalls nicht gezeichnet ist.

G: Grosse Gefässe des Frühlingsholzes, umgeben von weitlichtigen Uebergangs-, Holzspitz- und einigen Holzstumpfzellen. Die meisten grossen Gefässe enthalten Thyllen.

g: Kleine Gefässe des Herbstholzes im mittleren Theile des Jahresringes in schmalen radialen Zügen angeordnet, welche gegen das Herbstholz an Breite zunehmen und an der Grenze des letzteren bei **g'** zur Vereinigung gelangen. Ihre Umgebung wird aus denselben Zellarten gebildet wie die der grossen Gefässe.

h: Holzspitzzellen werden nur angedeutet und bilden die helleren Stellen zwischen den radialen Zügen kleiner Gefässe.

st: Holzstumpfpzellen in bogig verlaufenden tangentialen Reihen, die zuweilen kürzer, zuweilen länger sind.

m: Kleine Markstrahlen zwischen den grossen Gefässen bogig verlaufend

Anmerkung: *Quercus alba* mit den dichtstehenden engen kleinen Gefässen im Herbstholz veranschaulicht den inneren Bau der amerikanischen „White-Oaks“ am besten.

Fig. 28. Querschnitt von *Quercus Phellos* L. stellt den Theil eines Jahresringes zwischen zwei grossen Markstrahlen **MM'** dar.

a und **b** wie in voriger Figur.

G: Grosse Gefässe des Frühlingsholzes. Dieselben lassen bereits eine Gruppierung erkennen.

g: Kleine Gefässe bilden lange schmale Reihen und radial gestreckte Gruppen **gr**. Die kleinen Gefässe sind hier weiter als bei voriger Art und stehen in den Reihen radial weiter von einander ab. Sie werden ebenfalls wie die grossen Gefässe von Uebergangs- und Stumpfpzellen umgeben.

h wie in voriger Figur.

st: Holzstumpfpzellen in meist maschenartiger Anordnung oder in vereinzelter Gruppen. Die tangentiale Anordnung derselben gelangt hier nicht zum Ausdruck.

m: Kleine Markstrahlen.

Anmerkung: *Quercus Phellos* gehört den „Black-Oaks“ an und unterscheidet sich von den „White-Oaks“ besonders durch die weit entfernt stehenden kleinen Gefässe. *Q. Phellos* repräsentirt den Typus der „Black-Oaks“.

Fig. 29. Querschnitt von *Quercus dilatata* Lindl.

Mg Mg': Gruppen von 2—4 Zellen breiten Markstrahlen an Stellen von gewöhnlichen breiten Markstrahlen.

G: Gefässe einerlei Weite wie bei den meisten immergrünen Eichen. Ihre Gruppen sind zerstreut und zeigen eine radiale Anordnung nur schwach.

G': Ein Gefäss in der Markstrahlgruppe **Mg**.

Gt: Ein Gefäss mit Thyllen.

h, **st** und **m**: wie in Fig. 27.

Fig. 30. Querschnitt von *Castanopsis indica* Alph. DeC.

G: Gefäss, tangential zusammengedrückt.

Gz: Ein radialer Gefässzug, der einen bogigen oder geschlängelten Verlauf zeigt.

Gg: Eine Gruppe radial angeordneter Gefässe.

h: wie in voriger Figur.

st': Stumpfpzellen in tangentialen Reihen angeordnet.

st'': Stumpfpzellen in maschenartiger Anordnung.

m: Kleine Markstrahlen, wie sie auch bei *Castanopsis chrysophylla* Alph. DeC. und *Castanea vesca* Gärtner. vorkommen.

Ueber die Beziehungen einiger Eigenschaften der Laubblätter zu den Standortsverhältnissen.

Von

Friedrich Johow.

Die folgenden Zeilen befassen sich mit einigen Eigenschaften der Laubblätter tropischer Gewächse, welche eine Beeinflussung durch klimatische oder Standortsverhältnisse erkennen lassen. Die mitgetheilten Beobachtungen hat der Verfasser bereits in der ersten Hälfte des verflossenen Jahres gelegentlich eines mehrmonatlichen Aufenthalts auf den kleinen Antillen angestellt, und zwar unabhängig von der während jener Zeit erschienenen Publication von E. Stahl¹⁾ „Ueber den Einfluss des sonnigen oder schattigen Standorts auf die Ausbildung der Laubblätter“, einer Arbeit, deren Resultate mit den im Folgenden darzustellenden Ergebnissen in mancher Hinsicht eine grosse Uebereinstimmung aufweisen. Beeinflusst waren die folgenden Untersuchungen hingegen durch die frühere Mittheilung von Stahl in der Botanischen Zeitung 1880²⁾ sowie durch die neueren Untersuchungen von Pick³⁾ und Berthold⁴⁾. In der vorliegenden

1) Separ.-Abdr. aus der Zeitschrift für Naturwissenschaft XVI. N. F. IX, 1. 2.

2) Ueber den Einfluss der Lichtintensität auf Structur und Anordnung des Assimilationsgewebes.

3) Beiträge zur Kenntniss des assimilirenden Gewebes armlaubiger Pflanzen. Diss., Bonn 1881. — Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Gestalt und Orientierung der Zellen des Assimilationsgewebes. Bot. Centralblatt, Bd. XI, No. 10—11. — Ueber die Bedeutung des rothen Farbstoffes bei den Phanerogamen. Botan. Centralblatt, Bd. XVI, No. 9—12.

4) Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Meeresalgen. Pringsh. Jahrb., Bd. XIII, p. 569 ff.

I. Anpassungen der Laubblätter an Standorte verschiedener Beleuchtungsintensität mit Rücksicht auf die Vorgänge in den Chlorophyllkörpern.

Die Zerstörbarkeit des Chlorophyllfarbstoffes in der Pflanze unter dem Einfluss intensiver Beleuchtung ist schon seit langer Zeit bekannt; einer eingehenden Untersuchung ist sie zuletzt durch Wiesner¹⁾ und Pringsheim²⁾ unterzogen worden. Wir müssen nach Ersterem annehmen, dass innerhalb der normalen Lichtintensitäten eine gleichzeitige Bildung und Zerstörung des Chlorophylls in der Pflanze stattfindet, und dass die jedesmalige Chlorophyllmenge die Differenz zwischen dem gebildeten und dem zerstörten Chlorophyll in der Pflanze ist. Pringsheim hält es hingegen für wahrscheinlich, dass nur bei abnorm gesteigerten Lichtintensitäten eine Zerstörung des Chlorophyllfarbstoffes erfolge.

Welcher Art der zerstörende Einfluss des Lichtes ist, ob dasselbe wie bei anderen chemischen Vorgängen direct zersetzend auf das Chlorophyll einwirkt, oder ob es erst die Entstehung eines Körpers veranlasst, welcher seinerseits eine zersetzende Wirkung ausübt, oder ob endlich beiderlei Wirkungsweisen sich combiniren, ist vor der Hand noch unentschieden. Bedenken wir jedoch, dass nur bei Gegenwart von Sauerstoff sich der zerstörende Einfluss des Lichtes geltend macht und dass Lösungen von Chlorophyll in Terpentinöl sich auch im Dunkeln verfärben (ebenso wie eine verdunkelte Pflanze allmählich ihres Chlorophylls verlustig geht), so erscheint uns die zweite der obigen Hypothesen am annehmbarsten. Nicht das Licht zersetzt das Chlorophyll, sondern der Sauerstoff und das Licht wirkt wesentlich nur dadurch, dass es das Freiwerden des Sauerstoffes aus dem Lösungsmittel begünstigt oder dass es in der lebenden Pflanze den Sauerstoff durch den Assimilationsprocess erzeugt.

Mit dieser Annahme, welche übrigens auch mit Pringsheim's

1) Die natürlichen Einrichtungen zum Schutze des Chlorophylls der lebenden Pflanze. Sep.-Abdr. aus der Festschrift zur Feier des 25jährigen Bestehens der k. k. botanischen Gesellsch. in Wien. 1876.

2) Siehe unter anderen zahlreichen Aufsätzen Pringsheim's über Lichtwirkungen die zusammenfassende Darstellung in den Jahrbüchern Bd. XIII, p. 412ff

zichten zu können glaubte. Der Vollständigkeit halber seien die Ergebnisse jenes Forschers hier in Kürze angeführt und dabei bemerkt, dass auch bei den von mir untersuchten tropischen Gewächsen die von Wiesner beobachteten Erscheinungen in prägnanter Weise hervortreten. Wiesner¹⁾ findet, dass die jugendlichen Blätter häufig durch einen dichten Haarfilz vor der Einwirkung des Lichtes geschützt sind, dass in den meisten Fällen die Faltung oder Einrollung der aus der Knospenlage tretenden Blätter sich als ein für das Ergrünen günstiger Umstand erweist, dass ferner die oft zu beobachtende Schräg- oder Parallelstellung der jungen Blattfläche gegen die Richtung des einfallenden Lichtes die Menge desselben erheblich vermindert, und dass endlich bei vielen Pflanzen die jüngsten Laubblätter entweder durch ältere Blätter oder durch besonders deckende Organe, wie Stengelhaare, eigene und fremde Nebenblätter chlorophylllose oder chlorophyllarme Scheiden u. dergl. beschattet werden.²⁾

Obwohl viele dieser Einrichtungen unzweifelhaft auch andere biologischen Zwecken dienlich sind, dürfte ihre Bedeutung als Schutzmittel gegen intensive Beleuchtung doch hinreichend sicher gestellt sein, da Versuche mit jugendlichen Blättern, welche jener Einrichtungen beraubt werden, eine schädliche Einwirkung des Lichtes an solche Organe bekunden.

2. Beziehungen der Eigenschaften erwachsener Assimilationsorgane zu der Beleuchtungsintensität des Standortes.

In ähnlicher Weise wie die jugendlichen Blätter zu den völlig ergrüntem verhalten sich in Bezug auf die Lichtempfindlichkeit des Chlorophylls auch die im Schatten erwachsenen Blätter zu den Sonnenblättern. Es wird uns deshalb nicht auffallend erscheinen, wenn wir analoge Schutzeinrichtungen wie bei den jugendlichen Blättern auch bei den erwachsenen Sonnenblättern wiederfinden. So schützen sich nach Wiesner³⁾ die in der Sonne entwickelten Blätter

1) l. c. p. 22—30.

2) S. auch die analogen Beobachtungen Berthold's an Meeresalgen p. 675 ff.

3) l. c. p. 23.

wenn wir die Blätter specifisch verschiedener Pflanzen, welche ausschließlich entweder an sonnigen oder an schattigen Standorten gedeihen, mit einander vergleichen. Was in jenem Fall von den individuellen Verhältnissen des Standorts abhängig und einer Variationsfähigkeit innerhalb ziemlich weiter Grenzen fähig ist, ist bei den einseitig angepassten („typischen“) Sonnen- und Schattenpflanzen zu einer fixen Eigenthümlichkeit der Species geworden, welche entweder gar keine oder nur sehr geringen Abänderungen unterworfen ist.

In der Erwartung, dass ausser den angeführten noch andere anatomische und habituelle Eigenschaften der Laubblätter eine Beeinflussung durch die Beleuchtungsverhältnisse erkennen lassen würden, lenkte ich gelegentlich eines längeren Aufenthaltes in den Tropen meine Aufmerksamkeit dem genannten Gegenstande zu, wobei ich von dem Gedanken ausging, dass in den Ländern zwischen den Wendekreisen mit der grössten Menge des die Blätter treffenden directen Sonnenlichtes¹⁾ sowie mit der langen Lebensdauer der meisten Laubblätter voraussichtlich auch möglichst vollkommene Schutzeinrichtungen und Anpassungen an die Standortverhältnisse Hand in Hand gehen würden. Ich entnehme meinem Reise-Tagebuche die folgenden Beobachtungen, welche sich auf eine grössere Anzahl tropischer Bäume und von krautigen Gewächsen besonders auf die Vertreter der Strand- und Küstenflora beziehen.

a) Habituelle, der Pflanzenart eigenthümliche Blattlagen gegen den Horizont.

In der auch für die jugendlichen Blätter bedeutsamen Abhängigkeit der Beleuchtungsintensität von der physikalischen Stellung der bestrahlten Fläche ist die Möglichkeit zu mannigfachen Anpassungen

1) Die Intensität der Sonnenstrahlung ändert sich bekanntlich mit dem Cosinus der geographischen Breite. Ein unter dem Aequator horizontal ausgebreitetes Blatt würde also beispielsweise um 12 Uhr Mittags zur Zeit der Aequinoctien die doppelte Strahlenmenge erhalten wie ein unter 60° n. Br. (also eben in St. Petersburg) in gleicher Lage befindliches Blatt (wenn man absieht von der Steigerung der diffusen Strahlung in den höheren Breiten, welche durch die stärkere Absorption des Lichtes bei schräger Passirung des Luftkreises wieder ausgeglichen wird.)

der kleinen Antillen häufig wachsender Baum aus der Familie d. Polygoneen, dessen breite, lederharte Blätter in steiler unbeweglich Lage an den aufwärts gekrümmten Spitzen horizontaler Zweige stehen.

Steil nach oben gerichtete Blätter hat ferner der Baum d. Reisenden, *Ravenala madagascarensis* (cultivirt auf Trinidad), und manche Gramineen, wie *Arundo saccharoides*, *occidentalis* u. s. w., welche im Habitus dem Baum des Reisenden ähneln. Von kleineren krautigen Gewächsen schliessen sich zahlreiche Liliaceen, Amaryllideen und Bromeliaceen hier an.

Der Fall, dass die Blätter durch Aufwärtskrümmungen der Blattstiele in eine genau verticale Stellung gebracht werden, tritt uns in auffälligster Weise bei den Mangrove-bildenden Bäumen (*Rhizophora Mangle*, *Avicennia nitida*, *Conocarpus erecta*) entgegen. Die eigenthümliche Physiognomie der Mangrove-Wälder wird durch diese sehr charakteristische Erscheinung zum grossen Theil mitbedingt.

Dass die Blätter durch stärkeres Wachsthum der Oberseite der Blattstiele nach unten gebogen und dadurch in eine zum Lichte schräge Stellung gebracht werden, ist ein relativ seltener Fall. Ausgezeichneter Weise lässt sich derselbe bei einigen *Dalechampia* Arten (z. B. bei der auch in Gewächshäusern cultivirten *D. Roezlii*) beobachten. Die Rückwärtskrümmung des Blattstiels tritt hier gleich nach der Entfaltung des Blattes ein und wird durch frühzeitig eintretende Verholzung ein für allemal fixirt.

Bei einigen Aroideen (*Dieffenbachia Seguine*, *Philodendron* Arten etc.) und Gramineen (*Olyra latifolia*, manche *Bambusaceae*) wird die Spreite dicht unter der Ansatzstelle am Petiolus oder wenn kein Blattstiel vorhanden ist, an der Grenze der Lamina und der Scheide abwärts gekrümmt und auf diese Weise in eine genau verticale Stellung gebracht.

Schlaff nach unten hängende Laubblätter kommen manchmal schmalblättrigen Bäumen aus der Familie der Araliaceen (z. B. *Hedera pendula* auf Jamaica¹⁾), ferner dem in den Tropen allverbreiteten Mangobaum (*Mangifera indica*) zu.

1) Auf Trinidad cultivirt.

Für die Erscheinung, dass die Schrägstellung der Blattspreiten durch Torsionen der Petioli erreicht wird, giebt der Cacao-Baum (*Theobroma Cacao*) ein ausgezeichnetes, auch in Gewächshäusern zu beobachtendes Beispiel ab. Die schiefe Lage der vollständig flach ausgespannten Blätter bedingt hier in ähnlicher Weise wie bei den Mangrove-Bäumen die senkrechte Blattstellung einen sehr charakteristischen Habitus der Bäume und trägt wohl vor Allem dazu bei, den Cacaohainen jenen eigenartigen „lichten Schatten“ zu verleihen, der schon in Humboldt's Schilderungen erwähnt wird.

In allen bisher genannten Fällen waren es ungetheilte Blattspreiten, deren Schrägstellung gegen den Horizont durch verschiedenerlei Mittel zu Stande kommt. In ganz ähnlicher Weise verhalten sich nun auch zahlreiche getheilte Blätter, nur dass hier nicht die Blattspreite in toto, sondern die einzelnen Blättchen jene Stellungen annehmen.

Bei den gefiederten Blättern, welche solche Erscheinungen zeigen, sind die Fiedern in der Regel um die Rhachis des Blattes als Axe schräg aufgerichtet, in selteneren Fällen hingegen nach unten zurückgeschlagen. Die erstere Einrichtung wird noch durch zahlreiche, an sonnigen Oertlichkeiten wachsende Palmen (besonders *Bactris*-Arten) und Cycadeen vor Augen geführt. Für andere Palmen (*Cocus nucifera*, *Calamus*-Arten) ist das entgegengesetzte Verhalten typisch. Abwärts gerichtete Pinnen haben auch *Averrhoa Bilimbi* (eine baumartige Oxalidee) und *Eperua falcata* (*Caesalpiniacee*).¹⁾

Bei handförmig getheilten Blättern beobachten wir ebenfalls häufig eine gegen den Horizont schräge Stellung der Foliola. Dieselben sind dann in der Regel derartig orientirt, dass sie zusammen einen mit der Spitze nach unten gerichteten Kegel bilden, so bei manchen *Bignoniaceen* (*Tecoma pentaphylla*, *serratifolia* etc.) und *Capparideen* (*Cleome pentaphylla*). Im Gegensatz hierzu sind bei *Jatropha incisa* und bei *Sciadophyllum*-Arten die Blättchen nach unten zurückgeschlagen.

1) Beide cultivirt auf Trinidad.

b) Beugungen und Faltungen der Spreite an sonnigen Standorten.

Die sämtlichen bisher besprochenen Erscheinungen, welche sich auf die Lichtlage der Laubblätter beziehen, stellen habituelle, durch Vererbung fixirte Eigenthümlichkeiten der Pflanzen dar, welche wir als Anpassungen an die hohe Lichtintensität der specifischen Standorte deuten können. Sie treten auch auf, wenn ein Individuum durch Zufall an einem schattigen Standort erwächst oder erleiden wenigstens nur Modificirungen zu Gunsten ausnahmsweise herrschender Bedingungen. Ziemlich variabel ist nur die zuletzt besprochene Schrägstellung der Foliola getheilter Blätter, indem man dieselben an schattigen Standorten auch in einer Ebene ausgebreitet finden kann.

Ungleich plastischer, weil nach der Beleuchtungsintensität des Standorts bei einzelnen Individuen oder einzelnen Blättern wechselnd, sind nun die Gestalten der Lamina selbst, wenn wir hierbei nicht die Umrisse, sondern die Orientirung der einzelnen Theile der Lamelle unter sich im Auge haben. Wie nämlich die Blattspreite als Ganzes in eine zum einfallenden Lichte schräge oder mit ihm parallele Stellung gebracht werden kann, so können auch einzelne Arcale der grünen Blattsubstanz durch Beugungen oder Faltungen der Spreite in die Profilstellung versetzt werden.

Bei der Mehrzahl der mit einer ausgebildeten Mittelrippe versehenen Dicotylen-Blätter der westindischen Flora kommt eine Profilstellung dadurch zu Stande, dass die beiden Hälften der Lamina mit dem Mittelnerven eine muldenförmige oder keilförmige Figur bilden. Die Schattenblätter aller dieser Gewächse stellen im Gegensatz zu den Sonnenblättern flache, einheitliche Scheiben dar. Um auf einige typische Beispiele für diese ungemein häufige Erscheinung hinzuweisen, seien die holzigen Euphorbiaceen *Hura crepitans* und *Jatropha Curcas* (mit muldenförmigen Blattspreiten), ferner *Brachyphyllum calycinum*, *Vangueria edulis*, *Couroupita guianensis* (mit umgekehrt-dachigen Sonnenblättern) genannt.

Liegt die Insertionsstelle der Spreite nicht am Rande, sondern an einem mittleren Punkte der Lamina (ein Fall, der immer mit strahliger Nervatur verbunden ist), so stellt das Sonnenblatt ein nach oben erweiterten Trichter, das Schattenblatt hingegen ein

die Lamelle dar. Als Beispiele hierfür mögen die Begonien dienen.

Spreiten, die an sonnigen Standorten auf der Oberseite convex werden, gehören wiederum zu den selteneren Vorkommnissen. Ich nenne die Banane (*Musa paradisiaca* und *sapientum*), deren ungeheure Blattspreiten an besonnten Orten zu beiden Seiten des Mittelrücken schlaff nach unten hängen, im Schatten hingegen straff gespannt erscheinen.

Dasselbe, was für Spreiten ungetheilter Blätter gilt, trifft auch auf die Blättchen des gefiederten und handförmig getheilten Laubes zu. Erwähnt seien die im Querschnitt scharf V-förmigen Fiedern von *Chrysodium vulgare*, eines grossen, in sonnigen Sümpfen der Insel von Trinidad wachsenden Farnkrauts, ferner die \wedge -förmig gebogenen Blattfiedern der Cocospalme. Unter den Bäumen mit handförmig getheilten Blättern schliesst sich *Cecropia peltata* dem Verhalten von *Chrysodium*, *Pachira aquatica* demjenigen der Cocospalme an.

Bei Blättern, welche nicht eigentlich zusammengesetzt, sondern nur mehr oder minder vollkommen fiederspaltig oder handförmig gelappt sind, kehren analoge Erscheinungen bei den einzelnen Segmenten wieder. So sind bei *Carica Papaya* und *Ricinus communis* die einzelnen Lappen des Sonnenblattes um die mittleren Rippen nach oben gekrümmt, haben also eine V-förmige Querschnittsfigur.

Besitzen die Spreiten oder ihre Theile keine besonders ausgezeichneten Mittelrippen, sondern sind mehrere, parallel oder strahlig verlaufende Nerven vorhanden, so wird die Profilstellung der Sonnenblätter oft dadurch erzielt, dass das Blatt in parallele Falten gelegt wird, so zwar, dass die Nervatur die Kanten der einzelnen Falten bildet. Der hierdurch gegebene Unterschied von Sonnen- und Schattenblättern tritt am auffälligsten bei einigen breitblättrigen Gramineen hervor. Die Querschnittsfigur der Blätter von *Panicum polycanthum* (Trinidad) und *palmifolium* (Jamaica) ist an sonnigen Standorten eine steil gebrochene Linie ($\wedge\wedge\wedge\wedge$), in tiefem Schatten hingegen eine annähernde Gerade ($\sim\sim\sim\sim$)¹⁾. Auch die Fächer-

1) Die Faltungen der Blätter der Gramineen und Cyperaceen sind von Schwendener (*Mechanisches Princip*, p. 104) als mechanische Einrichtungen

palmen bedürfen hier der Erwähnung. denn sie entfalten ihr blätter thatsächlich in weit geringerem Maasse, wenn directen Sonnenlichte getroffen werden, als wenn sie im schatten erwachsen. Die den Fächerpalmen ganz ähnliche *dovica*-Arten (*Cyclantheen*)¹⁾ haben als ausschliessliche Bewohner tiefen Urwaldschattens immer vollkommen entfaltete Fächer

Mit den aufgezählten Vorkommnissen ist die Fähigkeit Laubblätter, sich entsprechend den Beleuchtungsbedingungen Standorts mehr oder minder flach auszubreiten, keineswegs Eine weitere, hierher gehörige Erscheinung ist z. B. die, regelmässig fiederförmiger Nervatur die von je zwei Seiten eingeschlossene Blattsubstanz bei den Schattenblättern strapant, bei den Sonnenblättern hingegen nach oben convex ist. Als Vertreter dieses ausserordentlich häufigen Falles wir *Psidium Guava* (eine *Myrtacee*), *Hamelia patens* (eine *Malvacee*) und *Anacardium occidentale* (eine *Terebinthacee*).

Endlich kann die Fältelung der Blattsubstanz noch kleinerem Maassstabe durchgeführt sein. Die von den letztzweigungen der Nervatur umschriebenen kleinen Parcellen Gewebes bilden dann an besonnten Standorten hohle, oben Hervorwölbungen, während sie an schattigen Localitäten sich ausbreiten. In prägnanter Weise tritt dieser Unterschied *Lantana Camara* (*Verbenacee*), *Cordia dasycephala*, *mar* und *sulcata* (*Boragineen*), *Tussacia pulchella* (*Gesneracee*), *ranthes aspera* (*Amarantacee*), *Malvastrum tricuspidatum* (*Malvacee*) und *Artanthe Schrademeyeri* (*Piperacee*) hervor.

Einige Gewächse, welche ausschliessliche Bewohner der beständig besonnter Standorte sind, zeichnen sich in ganz ragender Weise durch gekräuselte, runzelige Blätter aus, *tropium indicum* und *Stachytarpha cayennensis*, zwei auf gemeine Unkräuter, die daselbst an den heissesten und trocknesten Oertlichkeiten gedeihen. Zuweilen zeigt eine Schattenpflanze, welche einer im Allgemeinen krausblättrigen Gattung von

zur Erhöhung der Biegungsfestigkeit in Anspruch genommen worden.

Indessen auch die hier behauptete Bedeutung zukommt, zeigt der Unterschied zwischen Sonnen- und Schattenblättern.

1) In den Wäldern der Insel Dominica ausserordentlich häufig.

Anpassungen an stark beleuchtete Standorte anlangt, so ver-
den Angaben von Stahl und Pick nichts wesentlich neues
zufügen. Ich kann aber auch für die tropischen Gewächse di
oben erwähnte, von Stahl entdeckte Verschiedenheit der Orga
der Schatten- und Sonnenblätter durchaus bestätigen. Ja di
sadenform des Assimilationsparenchyms bei Bewohnern
Standorte tritt in den Tropen in einer besonders typisch
prägnanten Ausbildung auf. Von Interesse dürfte sein, da
einige Farne (wie das oben genannte *Chrysodium vulgare*
nidad), obwohl diess Pflanzengruppe im Allgemeinen sehr t
Schwammparenchym besitzt, an sonnigen Localitäten ein d
Palissadengewebe entwickeln.

Dass es auch Ausnahmen von der Stahl'schen Regel
zeigen, wie auch Stahl für Vertreter der deutschen Flora her
eine Anzahl monocotyler Pflanzen, welche selbst an stark b
Oertlichkeiten flaches Schwammparenchym auf beiden Seite
Blätter aufweisen, z. B. *Pancratium caribaeum*, *Amaryllis*
und *tubispatha*. Auch bei succulenten Dicotylen (*Opuntia*
laca, *Bryophyllum*, *Talinum*) fand ich meist wenig ent
Palissadengewebe.

Bekanntlich hat Pick die interessante Entdeckung gemac
bei vertical oder schräg gestellten Assimilationsorganen die Pa
zellen mit der Längsaxe in der Richtung des einfallenden
also schräg gegen die Oberfläche des Organs gestellt sind.
pischen Gewächsen fand ich dies Verhalten zwar nicht für a
zutreffend (was wohl auf die geringere individuelle Anpassun
keit mancher Pflanzen zurückzuführen ist), in einigen
hingegen war es mit Deutlichkeit zu constatiren, so bei c
aufwärts gerichteten Blättern von *Nidularium Caratas*, ein
meliacee.

Ueber die unter dem Einfluss intensiver Beleuchtung s
ziehenden Gestalts- und Ortsveränderungen der Chlorophy
welche hier als Einrichtungen zur Herabsetzung der Assim
grösse zu erwähnen wären, habe ich eigene Beobachtung
angestellt. Vom biologischen Standpunkt aus sind diese V
in dieselbe Kategorie von Erscheinungen zu stellen wie die
dung der Form der Assimilationszellen und die oben beh

Stellungen und Bewegungen der Blattspreiten. Es handelt sich eben bei **allen** diesen Erscheinungen um die Profilstellung der Assimilationsorgane, als welche man entweder die Laubblätter oder die grünen Parenchymzellen oder die Chlorophyllkörper bezeichnen kann.

II. Schutzeinrichtungen der leitenden Gewebe des Blattes gegen intensives Licht.

Die in neuester Zeit von H. Pick ¹⁾ angestellten Untersuchungen „über die Bedeutung des rothen Farbstoffes bei den Phanerogamen“ haben es in hohem Grade wahrscheinlich gemacht, dass diesem besonders an leitenden Organen auftretenden Körper eine zu dem Transport der Kohlehydrate in Beziehung stehende, photochemische Function zukomme.

Es lässt sich nämlich nach Pick durch Experimente erweisen, dass intensive Beleuchtung der mit der Stärkeleitung betrauten Organe der Umwandlung der Stärke in Zucker verhindernd oder erschwerend entgegentritt. Als ein Mittel nun, diese schädliche Wirkung des Lichtes zu paralysiren, betrachtet Pick den rothen Farbstoff, dessen natürliches Vorkommen und photochemische Eigenschaften in der That für eine solche Bedeutung zu sprechen scheinen.²⁾

An den Laubblättern, mit deren Eigenschaften wir es hier ausschliesslich zu thun haben, tritt der rothe Farbstoff in der Jugend sehr häufig in der gesamten Epidermis, im erwachsenen Zustande hingegen besonders in der Nervatur, dem Blattrande und dem Petiolus auf. Beiderlei Vorkommnisse, die nach der Theorie von

1) Botan. Centralblatt, Bd. XVI, No. 9—12.

2) Dass übrigens dem rothen Farbstoff in extrafloralen Organen auch eine ganz andere biologische Bedeutung zukommen kann, habe ich in einem demnächst in dem Jahrb. d. königl. botan. Gartens zu Berlin erscheinenden Aufsatz zu zeigen gesucht.

Pick leicht verständlich sind, sei es gestattet, hier durch einige a tropischen Gewächsen gemachte Wahrnehmungen¹⁾ zu illustriren.

Sobald im Mai oder Juni auf den kleinen Antillen die trockene Jahreszeit durch den ersten Regen ihren plötzlichen Abschluss erreicht hat, treiben zahlreiche Bäume, darunter viele, welche während der verflossenen, trockenen Vegetationsperiode ihre Belaubung gänzlich verloren hatten, in kürzester Frist (oft über Nacht) ihre neuen Blätter aus. Wie mit einem Schlage erscheint dann plötzlich die Landschaft in einem röthlichen Colorit, welches durch die Farbe der jungen Triebe der Bäume hervorgerufen wird. Besonders auffällig tritt diese Blattfärbung an den Cacao- und Mangobäumen hervor, deren Schösslinge anfangs in dichten, schweifähnlichen Büscheln schlaff nach unten hängen, sich aber bald aufrichten und ihre rothe Färbung mit der völligen Ausbildung der Blätter verlieren. Auch die jungen Triebe der Leguminosen, z. B. der Acacia- und Brownearten, zeigen sehr auffällige Rothfärbungen. Dass die Erscheinung durch das Licht bedingt ist, lehrt der Umstand, dass in denjenigen Fällen, wo die Beleuchtung der einzelnen Blätter eine verschiedene ist, die dem Licht am meisten exponirten (an den peripherischen Theilen des Baumes stehenden) Blätter auch die intensivste Rothfärbung, die beschatteten Blätter hingegen nur eine blassröthliche oder hellgrüne Farbe aufweisen. Besonders deutlich tritt dieser Unterschied bei *Coccoloba uvifera* und *Anacardium occidentale* hervor.

Von Interesse für die Frage nach der Bedeutung des rothen Farbstoffs ist vielleicht auch folgende an den Blättern von *Bryophyllum calycinum* gemachte Beobachtung. Diese Pflanze, welche an sonnigen Lokalitäten in West-Indien zu den gemeinsten Kräutern gehört, vermehrt sich bekanntlich durch Adventivknospenbildung, welche in den Kerben der Laubblätter erfolgt.²⁾ Sobald nun die jungen Pflänzchen an dem von der Mutterpflanze abgetrennten Blatt sich zu entwickeln beginnen, erscheint, falls das Blatt am Lichte

1) Von den Resultaten der Arbeiten von Pick war ich schon vor dem Erscheinen derselben durch die mir freundlichst nach West-Indien gesandten brieflichen Mittheilungen des Verfassers unterrichtet.

2) Ueber den sehr merkwürdigen Verbreitungsmodus der Adventivknospen dieser Pflanze in der Natur gedenke ich an anderer Stelle einige Mittheilungen zu machen. (Zeitschrift „Kosmos“, Jahrg. 1884.)

webe, welche für dickere Nerven nicht möglich wäre, ein hinreichender Schutz der leitenden Zellen gegen das Licht gegeben ist. Hervorgehoben sei auch, dass bei den Sonnenblättern, welche die oben geschilderten faltigen oder krausen Formen aufweisen, die Nervatur tiefer unter die Oberfläche des Blattes herabgerückt ist als bei den flach ausgebreiteten Schattenblättern.

Auch der Umstand, dass die Nervatur so oft durch eine dichte Haarbedeckung ausgezeichnet ist, während gleichzeitig die dazwischenliegenden Theile kahl erscheinen, ist vielleicht als eine Schutzrichtung gegen intensive Beleuchtung aufzufassen.

Uebrigens dürfte wie die Nervatur auch der periphere Rand der Blattspreite, selbst wenn keine Gefässbündel in seiner unmittelbaren Nähe verlaufen, in vielen Fällen als Bahn für die nach dem Blattstiel zu leitenden Stoffe benutzt werden. Es scheint mir nämlich hierfür der Umstand zu sprechen, dass bei Blättern sonniger Standorte am Blattrande ähnliche Vorrichtungen gegen intensive Beleuchtung anzutreffen sind wie an der Nervatur, nämlich einerseits Rothfärbungen, andererseits Umbiegungen beziehungsweise Entrollungen nach der Unterseite. Beiderlei Erscheinungen, von denen die erstere z. B. bei *Bryophyllum calycinum*, *Begonia domingensis*, *Clusia rosea*, *Aeschynomene sensitiva*, *Achyranthes aspera*, die letztere bei *Artocarpus Tocouba*, *Hura crepitans*, *Jatropha incisa*, *Psidium Guava*, *Eperua falcata* in ausgesprochener Weise vorkommt, sind zweifellos durch das Licht bedingt, denn sie sind ausschliesslich bei den Sonnenblättern der betreffenden Gewächse zu beobachten und werden bei Schattenblättern gänzlich vermisst. Bei *Aeschynomene sensitiva*, deren sehr lichtempfindliche Blattfiedern sich bei directer Insolation durch Torsionen der Petioluli in die Profilstellung versetzen, ist dieser Stellung entsprechend die obere, dem Licht zugewandte Hälfte des Randes durch intensive Rothfärbung gegenüber der ungefärbten, unteren Hälfte des Randes ausgezeichnet.

Weniger bekannt dürften diejenigen Vorkommnisse sein, welche individuelle Anpassungen einzelner Pflanzen oder einzelner Organe darstellen. Hierher gehört als auffallendstes Beispiel die Unterdrückung der Laubblattspreite von *Rubus australis*. An schattigen Standorten besitzt diese Pflanze Blätter, welche in regelrechter Weise aus Spreite und Blattstiel bestehen; in der Sonne kommt hingegen nur der Petiolus sammt den Hauptrippen zur Entwicklung, die eigentliche Spreite wird gänzlich unterdrückt.¹⁾ Bei einer grossen Anzahl von Gewächsen, ja vielleicht bei allen, welche ausgebildete Laubblätter besitzen, ist ein Einfluss der Insulationsverhältnisse auf die Grössenentwicklung der Spreite deutlich erkennbar. Es wird nicht überflüssig sein, dieser zwar nicht unbekannten, aber in biologischer Beziehung bisher nicht genug gewürdigten Erscheinung einige Worte zu widmen.

Die Schattenblätter unterscheiden sich von den Sonnenblättern durchgehends durch eine grössere Flächenausdehnung und eine geringere Dicke, ein Verhältniss, welches den verschiedenen Transpirationsbedingungen der beiderlei Blätter natürlich am besten entsprechen muss, zumal da auch eine Verschiedenheit der inneren Structur mit den äusseren Formunterschieden Hand in Hand gehen pflegt. Die Sonnenblätter sind wegen der Palissadenform der assimilirenden Zellen im Allgemeinen dichter gebaut und weisen eine geringere Menge und Grösse der Intercellularräume auf als die aus Schwammparenchym bestehenden Schattenblätter.²⁾ Sehr prägnant fand ich die angegebenen Differenzen bei *Artocarpus Tocou*. Die Sonnenblätter dieses Baumes haben bei beträchtlicher Dicke eine feste, lederige Beschaffenheit, die Schattenblätter weisen die doppel- bis dreifache Flächenausdehnung auf und sind papierartige, dünnere Lamellen von lockerem Bau. Von Kräutern, welche eine ähnliche Verschiedenheit in den Dimensionsverhältnissen beiderlei Blätter zeigen, seien drei succulente Dicotylen angeführt: *Bryophylla calycinum*, *Peperomia glabella* und *Philoxerus vermiculatus*. Letztere genannte Pflanze, ein kleines kriechendes Strandgewächs aus

1) Siehe F. W. Areschoug: Der Einfluss des Klimas auf die Organisation der Pflanzen, in Engler's Botan. Jahrbüchern, Bd. II. p. 522.

2) Areschoug, l. c. p. 519.

Familie der Amarantaceen, ist auch dadurch beachtenswerth, dass mit der Verschiedenheit der Dimensionsverhältnisse eine erhebliche Verschiedenheit der äusseren Gestalt bei Schatten- und Sonnenblättern Hand in Hand geht. Während nämlich an besonnten Standorten die Blätter eine cylindrische, drehrunde Gestalt besitzen, sind sie im Schatten, wo die Pflanze ausnahmsweise zuweilen zur Entwicklung kommt, scheibenförmig und relativ dünn.

Wie die Oberflächenverringernng, so muss auch die

b) Profilstellung der Transpirationsorgane gegen die Richtung der Sonnenstrahlen

von grösstem Einfluss auf die Verdunstungsgrösse sein. Wir können daher alle diejenigen Einrichtungen, welche wir oben als Anpassungen an hohe Lichtintensitäten mit Rücksicht auf die Assimilation und Chlorophyllregenerirung erklärt haben, und welche auf Schräg- oder Parallelstellungen der Assimilationsorgane gegen das einfallende Licht beruhen, zugleich auch als Einrichtungen zur Herabsetzung der Transpiration in Anspruch nehmen. Hierbei ist freilich zu beachten, dass eine Anzahl der oben geschilderten Erscheinungen keineswegs auf Bewohner dürerer Oertlichkeiten beschränkt ist, wie ja intensive Besonnung und Trockenheit bei manchen Standorten, z. B. den Mangrove-Sümpfen, nicht zusammenfallen. Da wir aber durch Tschaplowitz¹⁾ wissen, dass auch bei hinreichender Wasserzufuhr eine allzu gesteigerte Transpiration für die Pflanze von Nachtheil sein kann (indem es nämlich ein Optimum der Verdunstungsgrösse mit Rücksicht auf die Assimilation giebt), so ist es durchaus nicht befremdend, auch bei den Bewohnern feuchter und gleichzeitig sonniger Standorte Einrichtungen anzutreffen, welche geeignet sind, die Transpirationsgrösse herabzusetzen. Immerhin dürfte wohl bei den Mangrove-Bäumen und anderen Sumpfgewächsen mit vertical gestellten Laubblättern diese Erscheinung in erster Linie als eine Anpassung an photochemische Lichtwirkungen zu betrachten sein.

Dass auch die von der Besonnungsintensität abhängigen Variationsbewegungen der Blattspreiten bei den Leguminosen u. s. w. als

1) Giebt es ein Transpirationsoptimum?, Bot. Zeitung 1883 No. 22.
Jahrb. f. wiss. Botanik. XV.

Einrichtungen zur Regulirung der Transpiration aufgefasst werden können, leuchtet ein. Es giebt nun noch eine andere Art von periodisch auftretenden Bewegungen von Blattspreiten, deren biologische Bedeutung sogar ganz vorwiegend auf die Transpiration bezogen werden muss. Es sind dies die in neuerer Zeit von Tschirch studirten Einrollungserscheinungen bei den Blättern der Steppengräser. Indem ich die Befunde von Tschirch als bekannt voraussetze und darauf verweise, möchte ich im Anschluss daran noch einmal auf die oben geschilderte Gestaltsverschiedenheit der Schatten- und Sonnenblätter von *Panicum sulcatum* aufmerksam machen und hinzufügen, dass diese Blätter auch die Fähigkeit besitzen, bei eintretendem Wassermangel sich in noch dichtere Falten zu legen als bei normaler Wasserzufuhr und dass diese periodischen Zusammenfaltungen und Ausbreitungen durch einen ganz analogen Mechanismus bewirkt werden als die Einrollungen und Aufrollungen bei den Blättern der typischen Steppengräser (nämlich durch Vermittelung oder Zuhülfenahme besonderer „Gelenkzellen“, welche am Boden in Furchen in Längsstreifen angeordnet sind).

c) Vor Verdunstung schützendes Integument.

Eine weitere Möglichkeit, sich vor über grossem Wasserverlust durch Verdunstung zu schützen, ist den Bewohnern dorrer Standorte in der Herstellung eines geeigneten Integumentsystems gegeben. Was zunächst die Behaarung anbelangt, deren Ausbildung nach zahlreichen Angaben von der Beschaffenheit des Standorts abhängig sein soll, so mag dieselbe in der That in manchen Fällen als eine Schutz-einrichtung gegen starke Verdunstung zu deuten sein, insonderheit mag die Behaarung der an Spaltöffnungen reichen Blattunterseite bei vielen Pflanzen eine solche Erklärung erfordern. Für eine grosse Anzahl stark behaarter Gewächse dürfte jedoch, wie auch Tschirch annimmt, die biologische Bedeutung der Behaarung darin liegen, dass sie einen zu raschen Temperaturwechsel des Pflanzenkörpers verhindert. Stark behaarte Gewächse sind dementsprechend besond-

1) Beiträge zu der Anatomie und dem Einrollungsmechanismus einiger Gräser, Pringsheim's Jahrb., Bd. XIII, Heft 3, 1882.

2) Beziehungen des anatomischen Baues etc., l. c. p. 152.

an Standorten beziehungsweise in Ländern zu finden, welche grossen und plötzlichen Schwankungen der Temperatur ausgesetzt sind (auf hohen Bergen, in heissen Steppengegenden u. dergl.). An tropischen Küsten (z. B. auf den westindischen Inseln), wo die Wärmestrahlung niemals eine solche Höhe erreicht, dass dadurch der Organismus der Pflanzen geschädigt werden könnte, wo hingegen oft eine sehr bedeutende mit Dürre verbundene Hitze herrscht, sind stark behaarte Gewächse nichts weniger als häufig.

Anders wie mit der Behaarung verhält es sich hingegen mit der Cuticula und den Cuticularschichten der Epidermiswände. Von diesen Gebilden lehrt der Versuch, dass sie für die Transpiration von entscheidender Bedeutung sind, und zeigt die Erfahrung, dass sie bei Bewohnern dürerer Standorte eine aussergewöhnlich reichliche Ausbildung erhalten. Eine ganz enorm entwickelte Cuticula oder starke Cuticularschichten fand ich beispielsweise bei manchen auf den Llanos von Venezuela lebenden Bäumen, welche eine sehr dürre Vegetationsperiode zu bestehen haben und während derselben nicht (wie die Leguminosen) ihre Belaubung abwerfen. Es sind dies der Chaparro-Baum (*Rhopala complicata*, eine Proteacee), ferner *Byrsonia crassifolia* (eine Malpighiacee) und *Anacardium occidentale* (eine Terebinthacee). Ueberhaupt sind stark entwickelte Cuticulae oder stark verdickte und cutinisirte Epidermiswände bei den tropischen Bäumen sehr verbreitet, was wohl in erster Linie mit den Bedingungen der Transpiration in den heissen Ländern zusammenhängt. Ausser den genannten Steppengewächsen sind noch *Mangifera indica*, *Capparis cynophallophora*, *Norantea guianensis*, *Terminalia Catappa*, *Lucuma Mammosa*, *Hedera pendula* durch jene Eigenschaft bemerkenswerth.

Was den Spaltöffnungsapparat, die Wachsüberzüge, die Concentration der Zellsäfte und andere durch die Standortverhältnisse beeinflusste Attribute der Laubblätter anbetrifft, so verweise ich auf die ausführlichen, hauptsächlich die australische Flora berücksichtigenden Angaben von Tschirch¹⁾, denen ich nichts Neues hinzuzufügen habe.

1) Citat siehe oben, p. 303.

d) Verstärkung des Wasserversorgungsapparates.

Hingegen glaube ich zu der in letzter Zeit lebhaft ventilirte Frage nach der physiologischen Bedeutung des Hautgewebes einige Beobachtungen beibringen zu können, welche die schon von E. Pfitzer¹⁾ ausgesprochene und neuerdings durch Westermaier experimentell bestätigte Hypothese, wonach das Hautgewebe ein Wasserversorgungsapparat für das assimilirende Gewebe darstellen noch weiter zu stützen vermögen.

Eine fast durchgreifende Struktureigenthümlichkeit der Laubblätter tropischer Bäume, welche bei der Untersuchung sofort in die Augen springt, liegt in der vergleichsweise mächtigen und succulenten Ausbildung des Hautgewebes. Bei manchen Bäumen, welche Bewohner sonniger Standorte sind (z. B. bei *Coccoloba uvifera*, einer Polygonee auf dünnen Küstenstrichen von Dominica; *Byrsonima crassifolia*, einer Malpighiacee auf der Aripo-Savanne in Trinidad; *Crescentia Cujete*, dem in den Tropen allbekannten Calebassenbaum sowie bei mehreren strauchigen und krautigen Epiphyten, welche durch ihre Lebensweise an trockene Substrate gebunden sind (Peperomien, *Psychotria*-Arten u. s. w.) erreicht die Epidermis oder was vom physiologischen Standpunkt damit gleichbedeutend ist, die Hypoderma-Schichten eine so bedeutende Mächtigkeit, dass sie dem grünen Gewebe an Stärke gleichkommen oder es selbst übertreffen. Die Epidermis der Blattoberseite von *Crescentia Cujete*, *Anacardium squamosum*, *Byrsonima crassifolia*, *Artanthe Schrademeyeri* besteht aus langen, senkrecht zur Oberfläche gestreckten Zellen, welche gerade ein Palissadengewebe bilden und nur stellenweise durch tangential verlaufende Wände getheilt erscheinen. In anderen Fällen finden wir eine typisch mehrschichtige Epidermis (so bei *Ficus*- und *Peperomia*-Arten, *Artanthe tuberculata*), in wieder anderen Fällen wird die Epidermis durch mächtige, wässerigen Saft führende Hypoderma-

1) Beiträge zur Kenntniss des Hautgewebes der Pflanzen. Pringsheim's Jahrb., Bd. VIII, p. 63 ff.

2) Untersuchung über den Bau und die Funktion des pflanzlichen Hautgewebes. Sitzungsber. der Königl. Preuss. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, Sitzung der physik.-math. Classe vom 27. Juni 1882.

3) Siehe auch A. F. W. Schimper: Ueber Bau und Lebensweise der Epiphyten West-Indiens. Botan. Centralblatt 1884.

den Einfluss des Rindendruckes auf die Beschaffenheit der Bastfasern der Dicotylen.

Von

Dr. Franz v. Höhnel.

Honorardocent an der technischen Hochschule in Wien.

Mit Tafel XIII—XV.

iner vorläufigen Mittheilung über die Baumechanik derischen Zellmembran¹⁾ habe ich unter Anderem gezeigt, dass Streifung der Bastfasern von Linum, Cannabis und anderen eine nachträgliche Erscheinung ist, die im Gefolge der Gerbung steht.

Nägeli, der sich zuerst näher mit der Ringstreifung der Bastfasern von Linum befasste, nimmt an, dass diese Fasern gewissermaßen aus Gliedern bestehen, die durch Knoten von einander getrennt sind, und welche Glieder Längs- oder Schiefstreifung aufweisen, während die kurzen Knoten quergestreift sind. Hierbei ist die „Ringstreifung“ im Nägeli'schen Sinne, also durch Wassergehaltswechsel entstanden gedacht.

und nun, von anderen Grundanschauungen ausgehend, dass die Ringstreifen und Knoten nichts anderes als Bruchstellen sind, welche erst nach dem Auftreten des Cambiums entstehen, und eine Folge der wechselnden, starken radialen Gewebe-

spannung sind. Im Gefolge dieser treten Verschiebungen in der Richtung von Innen nach Aussen auf, die ganz localer Natur sind und sich daher im Längsverlaufe langer Fasern am Radialschnitte äussern müssen. Das Vorkommen dieser „Verschiebungen“ an Bastfasern hängt daher ganz wesentlich von der Grösse des Rindendruckes ab. Da dieser erst mit dem Auftreten des Cambiums erheblich wird, so wird voraussichtlich erst bei beginnendem Dickenzuwachs der in Rede stehende Einfluss auf die Bastfasern zur Geltung kommen können. Aber auch die Beschaffenheit der Fasern selbst wird voraussichtlich von Einfluss auf die Erscheinung sein. Feste, dicke und dabei kurze Bastfasern, wie z. B. die der Laurineen, mancher Cinchoneen u. s. w., werden keine Verschiebungen aufweisen können, während umgekehrt sehr dünne und lange Fasern sehr geneigt sein werden, die Eindrücke des umgebenden Gewebes aufzunehmen und als Verschiebungen zu äussern.

Es war mithin eine genauere Untersuchung über die Verbreitung der Verschiebungen der Bastfasern, die Zeit und Art ihres Auftretens, die Beziehungen der Bastfasern zu den angrenzenden Elementen und andere Momente von grossem Interesse. Ich habe sie im Laufe des letzten Studienjahres ausgeführt.

I. Historisches.

Es ist verständlich, dass eine an der Wandung der so vielfältig untersuchten und auffallenden Bastfasern auftretende Strukturerscheinung von den Histologen nicht gänzlich übersehen werden konnte, wenn es andererseits auch begreiflich erscheint, dass vollständige Verständniss und die genaue Erkenntniss derselben lange auf sich warten liess.

Schon im Jahre 1838 machten Meyen und Mitscherlich Beobachtung¹⁾, dass die Bastfasern von Cannabis sativa beim Kochen in kleine Stückchen mehr oder weniger plötzlich zerfallen, von welchen

1) Wiegmann's Archiv f. Naturgesch., 5. Jahrg., II. Bd. p. 26.

einung waren, dass sie den Parenchymzellen entsprächen, indem die Fasern durch Verschmelzung entstehen sollten. Er machte noch an anderer Stelle die ganz richtige Bemerkung¹⁾, dass die regelmässigen cylindrischen Röhrchen, in welche die Bastfasern des Hanfes beim Kochen mit Salzsäure zerfallen, fast genau die Länge besitzen, wie die zarten Parenchymzellen, welche im natürlichen Zustande die Fasern umgeben.

Reissek²⁾ führte 1849 dieselben Beobachtungen an, ohne jedoch das Näheren zu würdigen.

Erstlich kam nahe der richtigen Deutung der in Rede stehenden Erscheinung kam 1851 S. Reissek, trotz seiner irrigen Ansichten über die Entstehung der Bastfasern. Er fand, dass die Bastfasern von *Abies sativa* unregelmässig vertheilte knotige Anschwellungen besitzen, welche immer genau den Grenzen der übereinanderstehenden Parenchymzellen entsprechen³⁾, dass mithin die Zahl der Knoten auf der Länge der dazwischen liegenden Glieder genau der Zahl der Glieder auf der Länge der angrenzenden Parenchymzellen entsprechen (l. c. S. 269). Reissek sah auch die Querstreifen in den Knoten (l. c. S. 270 Fig. 5 u. 6 a, a) und hielt sie ganz richtig für Querstreifen, welche die Verdickungsschichten der Fasern durchsetzen, erklärte aber unrichtiger Weise dieselben Erscheinungen an verwobenen Leinwand- und Hanffasern als Resultate der mechanischen Verwirklichung hinstellt. Man ersieht aus dieser Zusammenfassung von Reissek's sehr gründlichen Untersuchungen, dass er zwar ganz richtig, dass er auch nicht vollständig genaue Beobachtungen machte, dass seine Erklärung hingegen fehlerhaft ist.

Reissek beobachtete zunächst, dass Kalilauge, Salpetersäure, oder ein solches Gemisch ebenso wie Salzsäure nach einiger Einwirkung die Faser in kleine Stücke bewirkt: „daher die richtige Ansicht, als bestände die Leinenfaser aus einer Reihe

enda. 4. Jahrg., I. Bd. p. 298.

Grundzüge d. wiss. Botanik. III. Aufl. 1849. I. Thl. p. 269.

3) Fasergewebe des Leines, des Hanfes, der Nessel und der Baumwolle, chemisch und technisch untersucht, nebst Beobachtungen über die Entwicklung der Bastzellen. Denkschrift d. Wiener Akad. d. Wissensch. IV. Bd. Fig. 2 a, a. Text p. 135.

kurzer mit einander verbundener Zellen“.¹⁾ Taf. II. Fig. 4 bildet er sogar eine deutliche Verschiebung an der Leinenbastfaser ab, ohne indessen auf die näheren Eigenthümlichkeiten derselben aufmerksam zu werden.

Eingehender hat sich Nägeli mit den „Querstreifen“ der Bastfasern beschäftigt.²⁾ Nägeli hat bekanntlich die Ring- und Querstreifung der Zellmembranen entdeckt. Er hielt nun die in höchst verschiedener Form auftretenden Verschiebungen der Leinenbastfasern ebenfalls für Ringstreifungen, genau so wie die echten Ringstreifen der *Cinchona Calysaya*-Fasern. Nach Nägeli's Auffassung zeigen die Bastfasern von *Linum usitatissimum* Querlinien, welche rechtwinkelig oder etwas schief über die Fasern verlaufen und sich in letzterem Falle häufig kreuzen, und ferner durch glatte kurze Internodien von einander getrennt sind, so dass die Knoten die Querlinien aufweisen (selten nur eine einzige)³⁾. Nägeli sieht nun die Querlinien für wirkliche Risse an, weil sie in Oel deutlicher als in Wasser sind. Diese Risse glaubt nun Nägeli als aus weichen Ringstreifenlamellen entstanden, die sich, sei es in Folge des Wachstums oder in Folge des Austrocknens oder einer anderen mechanischen Ursache in wirkliche Spalten verwandelt haben. Nägeli bemerkte auch, gleich Reissek, dass die starken Querlinien einer lokalen Verbreiterung der Faser entsprechen, sowie einer Verbiegung der Innenschichten, was besonders im polarisirten Lichte sichtbar sei. Bei einer Lage der Bastfaser im Polarisationsmikroskop, wo die „Glieder“ dunkel erscheinen, sind die quergestreiften „Knoten“ hellglänzend.

Man sieht, dass Nägeli's Forschungen einen bedeutenden Fortschritt involviren; da ihm indessen die eigentliche Ursache der Erscheinung unbekannt blieb, so mussten auch seine direkten Beobachtungen unvollständig bleiben. Namentlich hebe ich in dieser Beziehung hervor, dass ihm der wesentliche Unterschied zwischen

1) Die Pflanzenzelle, 1852, p. 216, 217 und: Die Prüfung der im Handel vorkommenden Gewebe, Berlin 1853, p. 23

2) Ueber den Bau der vegetabil. Zellmembran. Sitzungsber. d. bayer. Akad. der Wissenschaften 1864, Bd. I u. II.

3) l. c. II. Bd. p. 147—149; Taf. III. Fig. 46.

dern auch die näheren Beziehungen der Verschiebungen zu den umgebenden Elementen, Bastparenchym, kurzes Sklerenchym und Krystallschläuchen, entgehen.

II. Vorkommen und Verbreitung der Verschiebungen.

Es war vorauszusehen, dass die in Rede stehende Erscheinung eine sehr allgemeine Verbreitung besitzen werde. Eine nähere Untersuchung zahlreicher Pflanzen hat dies auch bestätigt. Es wurde diese theils an trockenen, isolirten Fasern, theils an trockenem Rindenmaterial oder frischen Zweigen und Pflanzen durchgeführt. Die Fasern wurden durch vorsichtige Maceration mit verdünnter Salpetersäure isolirt, während von Rinden und Pflanzentheilen dünne radiale Längsschnitte ein wenig mit Salpetersäure behandelt und dann untersucht wurden. Hierbei konnten auch die Beziehungen der Verschiebungen zu den umgebenden Elementen studirt werden. Zunächst ist zu bemerken, dass monocotyle Pflanzen keine Verschiebungen der Sklerenchymfasern aufweisen. Ich habe *Musa*, *Aloë*, *Sanseveria*, *Phormium*, *Agave*, *Yucca* und andere Gattungen untersucht, ohne je auf deutliche Verschiebungen zu stossen.

Was die dicotylen Pflanzen anlangt, so ist zunächst zu bemerken, dass deutliche Verschiebungen erst dann eintreten, wenn eine gewisse Zeit hindurch Dickenwachsthum geherrscht hatte. Junge, eben erst gebildete Bastfasern zeigen nie Verschiebungen.

Ich habe circa 50—60 Arten aus 30 Familien untersucht und fand, dass mehr als zwei Drittel derselben Verschiebungen an Bastfasern aufweisen. Dabei zeigte es sich, dass gewisse Familien ganz besonders durch das reichliche und constante Vorkommen der Erscheinung ausgezeichnet sind.

So die Familien-Gruppe der *Urticaceae* oder *Scabridae*, deren sämmtliche untersuchte Vertreter: *Cannabis sativa* L., *Pipturus argenteus*, *Urtica tenacissima* L., *Böhmeria nivea* Hook., *Humulus lupulus* L., *Ficus tinctoria* Forst., *F. prolixa* F., *Artocarpus incis-* L. f., *Holoptelea integrifolia* Planch., *Sponia Wightii* Planch., *Ulm-*

effusa W., *fulva* L., *suberosa* Aut. und *Celtis canadensis* sehr schöne Verschiebungen aufweisen. Desgleichen die Apocynen (*Apocynum sibiricum* Pall.), Asclepiadeen (*Asclepias syriaca* L., *volubilis* Roxb.), Lineen (*Linum usitatissimum* u. a. A.), Sterculiaceen (*Sterculia villosa* Roxb.), Mimoseen (*Acacia salicina* Lindl., *arabica* Roxb. u. a. A.), Caesalpinieen (*Bauhinia reticulata* DC.), Cordiaceen (*Cordia latifolia* Roxb., *C. Myxa* L.), Myrocarpeen (*Myrocarpus* sp.), Anacardiaceen (*Odina Woodier* Roxb.); Rhamneen (*Rhamnus Frangula* L.).

Bei den bisher genannten Familien zeigten alle untersuchten Arten deutliche Verschiebungen.

Bei anderen zeigte es sich, dass einige Arten die in Rede stehende Erscheinung aufweisen und andere wieder nicht. So fand ich in der Familie der Daphnoideen Verschiebungen bei *Daphne Mezereum* L. und *Lagetta funifera* Mart., während *Lagetta Lintenaria* keine zeigte. Während die Malvaceen: *Hibiscus cannabinus* L., *Abelmoschus tetraphyllus* Grah., *Thespesia Lampas* Dulz. und *Urena sinuata* L., wenn auch z. Th. nur selten und undeutlich Verschiebungen aufweisen, fand ich solche nicht bei *Paritium tiliaceum* St. Hil., *Hibiscus syriacus* L. und *Abutilon indicum* Don. Ebenso fand ich welche bei *Cornus alba* und nicht bei *Cornus mas*. Unter den Papilionaceen sah ich Verschiebungen bei *Crotalaria juncea* L. und *Spartium junceum* L. sowie *Cytisus Laburnum* L., während eine *Caragana* sp. keine zeigte.

Die Myrtaceen haben im Allgemeinen keine Verschiebungen (*Eucalyptus meliodorus* A. Cunn., *Syzygium Jambolana* DC., *Mimosa hexandra*, *Lecythis grandiflora* Aubl.); *Lecythis Ollaria* zeigt aber, wenn auch nur sehr selten, schwache Verschiebungen.

Endlich konnte ich bei einer Reihe von Familien überhaupt keine Verschiebungen auffinden. Hierher gehören die Laurineen (*Cinnamomum Cassia* Bl. und *C. Culilabani* Nees), Lonicereen (*Sambucus racemosa* L.), Tamariscineen (*Tamarix gallica* L.), Büttneriaceen (*Guazuma tomentosa* H. B., *Kydia calycina* Roxb.); Tiliaceen (*Corchorus olitorius* L.), Philadelphéen (*Deutzia scabra* Thbg.), Calycantheen (*Calycanthus* sp.), Pomaceen (*Cotoneaster vulgaris* L.), Amygdaleen (*Prunus Padus* L., *Pr. spinosa* L.), Rosaceen (*Quillaja Saponaria* Mol.), Meliaceen (*Melia Azedarach* L.),

weiche, fast knorpelige Beschaffenheit der Wandung auszeichnen.¹⁾ Solche Bastfasern sind fast immer durch Dünne und eine bedeutende Länge ausgezeichnet. Sie eignen sich ganz besonders dazu, bei der Streckung der Internodien mit gedehnt und ausgezogen zu werden. Man kann für diese Bastfasern als eine feststehende Tatsache annehmen, dass ihre Länge und Dünne von der starken mechanischen Dehnung herrühren. Dicke und kurze Bastfasern sind in der Regel verholzt und zeigen nie Verschiebungen. So z. B. bei Tiliaceen, Laurineen, den meisten Myrtaceen.

Auf diese Weise erklärt sich der Umstand, dass die in Rede stehende Erscheinung nach Familien und Gattungen so eigenthümlich und charakteristisch verbreitet ist.

III. Histologische Untersuchung und Erklärung der Verschiebungen.

Wenn man die Reihe der Abbildungen auf Tafel XIII bis XV überblickt, wird man sofort der Ueberzeugung sein, dass die an Bastfasern auftretenden Querzonen und horizontalen Streifungen lediglich durch Knickungen der Bastfasern und Verschiebungen von Abschnitten derselben in Folge des Gewebedruckes sind, und man wird sich wundern, dass die Erscheinung überhaupt je anders aufgefasst werden konnte. Dagegen ist nun zu bemerken, dass die in Rede stehende Erscheinung in der Regel höchst unscheinbarer Art ist, meist in der That nur in Form von Querstreifen oder Spalten auftritt, und sie von Nägeli genauer nur an Lein- und Hanffasern studirt wurde, welche bei Weitem nicht die besten und auffallendsten Objekte zum Studium der Verschiebungen sind. Dazu kommt, dass nur Radialschnitte und Radialansichten isolirter Bastfasern die Verschiebungen als solche zeigen, während die Tangentialansichten nur undeutliche horizontale und einfache Linien zeigen, wie in Fig. 2

¹⁾ Siehe de Bary, Vergleichende Anatomie, p. 140.

von *Linum usitatissimum*, oder Gruppen von Linien oder Spalten (Siehe Fig. 3, 4, 6).

Selten nur zeigt der Tangentialschnitt wirkliche Biegungen oder Knickungen der Faser. Dieser Fall tritt ein, wenn, wie z. B. in Fig. 4 vom Lein gezeichnet, der mittlere dicke Theil einer Faser stark und öfter verschoben ist, was sich durch die zahlreichen Spalten und Querlinien kundgiebt, und an der Verschiebungsstelle an das dünne Ende einer anderen Faser grenzt. Da an starken Knickungsstellen bei den Hanf-, Lein-, Chinagrass- und anderen Fasern stets eine schwache Anschwellung zu finden ist, welche nur in der Tangentialansicht hervortritt, so tritt zugleich eine tangentiale Verschiebung an der dünnen Faser ein. Auch derbwandige, sklerotische Elemente können tangentiale Verschiebungen bewirken, wie in Fig. 28 von *Bauhinia reticulata* gezeichnet. Doch sind diese seltenen Vorkommnisse eher Verbiegungen zu nennen.

Eigentliche Verschiebungen treten nur in radialer Richtung auf und sind daher nur an Radialschnitten zu sehen. Selbst bei jenen Arten, wo die schönsten und auffallendsten Verschiebungen vorkommen, finden sich diese nicht bei allen Fasern, nicht an allen Stellen der Rinde, meistens sind sie mehr weniger selten.

Aus den Abbildungen ist die mannigfaltige Form, welche die Verschiebungen zeigen, ersichtlich. Meistens sind die Verschiebungen so schwach, dass sie sich selbst auf Radialschnitten nur in Form von einfachen, schiefen Linien kundgeben. Seltener findet man so auffallende, wie die gezeichneten. Gewöhnlich tritt erst bei stärkerer Vergrößerung die thatsächliche Verschiebung eines Faserabschnittes hervor. Selten erstreckt sich dieselbe nur auf eine Seite der Wandung (wie in Figur 1, 10, 12) von *Linum*, *Pipturus* und *Urtica*. In diesem Falle, wie auch in dem, der in Figur 27 von *Crotalaria juncea* abgebildet ist, ist keine eigentliche Verschiebung eines Abschnittes der Faser, sondern eine Zusammenpressung derselben vorhanden. Es ist überhaupt sicher, dass derartige starke Zusammenpressungen bei unserer Erscheinung eine hervorragende Rolle spielen. Die Verschiebungszonen sind entweder einander mehr weniger parallel (wie z. B. in Fig. 13 von *Celtis canadensis*, Fig. 17 von *Ulmus fulva*), oder wie in Fig. 29 (von *Bauhinia reticulata*) abwechselnd gegeneinander geneigt, oder es convergiren mehr oder

Knoten und beginnt an den letzteren auch die Quellung bei der Einwirkung von Kupferoxydammoniak.

Schliesslich sei noch bemerkt, dass bei fortgesetzter Thätigkeit des Cambiums verschiedene aufeinanderfolgende Abschnitte einer Faser nach und nach verschiedenen Druckverhältnissen ausgesetzt sein müssen, mithin derselbe Abschnitt des öfteren „verschoben“ werden muss. Complicirter gebaute Knoten finden so ihre Erklärung. Hierbei mögen auch ungleiche osmotische Spannungen der Bastparenchymelemente im Spiele sein. Mag sich nun im Einzelnen die Sache wie immer verhalten, so ist doch klar, dass es die starke in radialer Richtung wirkende Druckspannung in der Rinde ist, bei der (in der fertigen Rinde) die osmotisch gespannten Elemente die active Rolle spielen und wo sich die Siebröhren, Bastfasern und der Kork sowie das fertige Sklerenchym mehr passiv verhalten, ist, durch welche die Erscheinungen der „Verschiebungen“ an Bastfasern zu erklären sind.

Zusammenfassung.

Bei wenig oder nicht verholzten Bastfasern, die meist sehr dünn und lang sind, wie z. B. die der Urticaceen, vieler Asclepiadeen, Mimoseen, Lineen u. A. zeigen sich die sogen. „Verschiebungen“, durch welche die Bastfasern in eine Anzahl kürzerer oder längerer Glieder zerfallen, die durch meist aus einfachen oder mehrfach schmalen Scheibchen bestehende „Knoten“ von einander getrennt sind. Die Verschiebungen sind eine Folge des Umstandes, dass verschiedenen Abschnitte derselben Bastfaser gleichzeitig einem verschieden grossen radialen Gewebedruck ausgesetzt sind, wodurch sie gegeneinander verschoben werden. Sie stellen entweder nur scharfe Verbiegungen der Fasern dar, oder sind (meist) mit wirklichen Zerrei-
 sungen einzelner Schichten oder Complexen von solchen verbunden. Die Zerrei-
 sungen geben sich in Form von Querspalten kund und sind der Grund des Verhaltens der „Knoten“ gegen Flüssigkeiten.

bende und Macerations-Reagentien. Die in den Verschiebungsknoten **immer** vorhandenen Verbiegungen der Schichten sind der Grund für **das** verschiedene Verhalten der Knoten und dazwischen liegenden **Glieder** im Polarisationsmikroskope.

Figuren-Erklärung.

Sämmtliche Figuren sind mit dem Nacet'schen Prisma gezeichnet. Die Vergrößerung derselben beträgt 450, wenn nicht ausdrücklich eine andere Zahl angeführt ist. Die Zeichnungen stellen, die Fig. 2, 3, 4, 6 u. 28 ausgenommen, **lauter** Radialansichten von Bastfasern oder Radialschnitte aus der Rinde dar. Bei **letzteren** liegt die Innenseite rechts. Die Figuren 2, 3, 4, 6 u. 28 sind **Tangentialansichten**.

Tafel XIII.

Fig. 1 bis incl. 6. *Linum usitatissimum*. Auf den Tangentialansichten 2, 3, 4 u. 6 sieht man Ringstreifung, oder horizontale einfache Linien. Auf den **Radialansichten** deutliche Knickungen und Verschiebungen der Fasern.

Fig. 7 u. 8. *Artocarpus incisa*. Sekundäre Bastfasern.

Fig. 9. *Humulus Lupulus*. Primäre Bastfaser.

Fig. 10. *Urtica nivea*. Ebenso.

Fig. 11, 12. *Pipturus argenteus*. Ebenso.

Fig. 13. *Celtis canadensis*. Vergr. 710. Sekundäre Bastfaser.

Fig. 14—16. *Ulmus suberosa*. Vergr. Fig. 14 und 16, 710; Fig. 15. 450. **Verschiebungen** durch Parenchym bewirkt.

Fig. 17. *Ulmus fulva*. Sekundäre Bastfaser. Vergr. 710.

Fig. 18. *Broussonetia papyrifera*. Radialschnitt. Vergr. 710. **Verschiebungen** durch dünne Krystallschläuche.

Tafel XIV.

Fig. 19. *Ulmus effusa*. Sekundäre Bastfasern durch Krystallschläuche **verschoben**. Vergr. 710.

Fig. 20. *Ulmus effusa*. Bastfasern durch Sklerenchym verschoben.

Fig. 21. *Asclepias syriaca*. Sekundärer Bast durch Parenchym verschoben.

Fig. 22. Desgl. Verschiebung quer durch ein Bündel. Vergr. 270.

Fig. 23. *Asclepias volubilis*. Bastfaserbündel durch Parenchym verschoben.

Fig. 24. *Odina Wodier*. Faserbündel durch Parenchym und Sklerenchym **verschoben**.

Tafel XV.

Fig. 25. *Cytisus Laburnum*. Einzelne Bastfaser durch Sklerenchym
schoben.

Fig. 26 u. 27. *Crotalaria juncea*.

Fig. 28, 29, 30. *Bauhinia reticulata*.

Fig. 31, 32. *Acacia arabica*. Fig. 32 710mal vergrößert.

Beitrag zur Kenntniss des Windens der Pflanzen.

Von

F. G. Kohl.

Hierzu Tafel XVI.

Die Assimilationsflächen in eine möglichst günstige Lage zum auffallenden Lichte zu bringen und die Fortpflanzungseinrichtungen so gut, als es eben geht, den zur Pollenbeförderung nothwendigen Faktoren, Insekten und Luftströmungen, zugänglich zu machen, das ist ein Bestreben, welches jeder Pflanze inne wohnt und auf die mannigfaltigste Weise von ihr zur Geltung gebracht wird. Die baumartigen Gewächse besitzen in ihren verholzenden negativ geotropischen Stämmen das Mittel, sich über die sie umgebenden, concurrirenden Nachbarn zu erheben, andere Pflanzen, wie Aroideen etc., erklimmen ansehnliche Höhen, indem sie sich unserm Epheu ähnlich mittelst Luftwurzeln an Felsen und Stämmen anheften. Die Rubus-Arten und die Ostindischen Rohrpalmen werfen sich, oder besser gesagt, sinken über sie umgebende Pflanzen herab, dort mit ihren hakigen Stacheln, hier mit den stacheligen Fiederblättern sich anhaltend. Die vollkommensten unter den Kletterpflanzen, wie wir die letzterwähnten Pflanzen nennen, sind die Rankenpflanzen und die Schlingpflanzen, jene ausgerüstet mit besonderen, ausschliesslich zum Klettern bestimmten, aus der Sprossachse entspringenden Organen (Ranken, Blattstielen etc.), diese mit einer Sprossachse, welche selbst befähigt ist, aufrechte Stützen zu umschlingen und an ihnen emporzuklettern. Die Schlingpflanzen rekrutiren sich aus einer grossen Anzahl verschiedener Pflanzenfamilien; schon Mohl führt gegen 40 Familien an, aus denen er 866 Arten als Schlingpflanzen beschrieben vorfand.

Die bisher mit Schlingpflanzen zum Zweck einer Erklärung des Mechanismus ihrer Bewegung angestellten Versuche und die darüber mitgetheilten Beobachtungen beziehen sich auf eine verhältnissmässig sehr kleine Zahl dieser Gewächse. So sehr auch die Anwendung von Analogieschlüssen auf naturwissenschaftlichem Gebiete gestattet und so oft dieselben schon fruchtbringend gewesen ist, so würde man doch in diesem Falle zu weit gehen, wollte man schon jetzt von einer Erklärung des Windens der Pflanzen überhaupt sprechen, und die Erfahrungen, welche man an wenigen Vertretern gesammelt, auf die Gesammtheit der Schlingpflanzen ohne Weiteres übertragen. Der Titel der neuesten über diesen Gegenstand erschienenen Schriften „Ueber das Winden der Pflanzen“, etc. wird daher von diesem Standpunkt aus zu beurtheilen sein. Aus diesem Grunde ist auch das, was ich in Folgendem mittheile, nur ein Beitrag zur Erkenntniss der betreffenden physiologischen Vorgänge und es bleibt späterer Zeit vorbehalten, auf dem Grunde einer grossen Menge von Einzelbeobachtungen das Gebäude einer durchgreifenden Erklärung des Bewegungsmechanismus der Schlingpflanzen in toto aufzubauen. Es geht dem Beobachter auch hier bei physiologischen Forschungen, wie auf vielen anderen Gebieten des Wissens. Die Natur vervielfältigt wie der antike Proteus ihre Formen unter den Blicken des Beobachters, und wenn dieser eine ihrer Erscheinungen ergriffen zu haben glaubt, erkennt er, dass für ein erforschtes Gesetz tausend neue Probleme sich erheben und ihm in überreicher Fülle Stoff zu erneuter Thätigkeit liefern.

Historisches.

Alle Forscher, welche bisher eingehende Untersuchungen über das Winden der Schlingpflanzen anstellten, stimmen darin überein, die kreisförmige Nutation als nothwendig für das Zustandekommen von Windungen anzusehen. Es ist dabei zunächst gleichgültig, dass Mohl¹⁾ und Palm²⁾, welche zuerst und zwar Beide in demselben

1) H. v. Mohl, Ueber den Bau und das Winden der Ranken und Schlingpflanzen. 1827.

2) Palm, Ueber das Winden der Pflanzen. 1827.

dieselbe gegen die Stütze concave Form beibehält und so zu sagen um die Stütze herum wächst. Das feste Anlegen der auf diese Weise gebildeten anfangs lockeren Windungen bewirkt nach de Vries nachträglich der negative Geotropismus. Ich kann hier darauf verzichten, näher auf Einzelheiten der Entwicklungen de Vries's einzugehen und sie zu widerlegen, da bereits Schwendener die Wirkungslosigkeit des Gewichts der Endknospe experimentell nachwies, wodurch ja allein schon der de Vries'schen Anschauung jeder Boden entzogen wird.

Die Darstellung der Mechanik des Windens, die Sachs in der vierten Auflage seines Lehrbuches (1874) giebt, stützt sich vorwiegend auf die Ergebnisse der Untersuchungen von de Vries. Wesentlich ist, dass Sachs hier zuerst den Geotropismus als Componente des Bewegungsmechanismus beim Schlingen anführt, indem er sagt: „Es ist nicht unwahrscheinlich, dass das Steilerwerden der anfangs niedrigen, zuweilen fast horizontalen Windungen durch Geotropismus bewirkt wird.¹⁾ Auch Pfeffer²⁾ widmet den Schlingpflanzen in seiner „Pflanzenphysiologie“ ein besonderes Capitel, in dem er in vortrefflicher Weise das bereits Bekannte zusammenfasst, ohne jedoch etwas Neues zu bringen. Trotzdem gebe ich hier in kurzen Sätzen seine Meinung wieder, um den Stand der Frage vor Schwendener zu kennzeichnen.

Die Circumnutation ist Ursache des Windens, sobald der sich bewegende Spross mit irgend einer Seite auf eine vertikale Stütze trifft. Der Spross wickelt sich ähnlich einem im Kreise geschwungenen Taue, das man an eine Stange schlagen lässt, um die Stütze.³⁾ Die Windungen, die zunächst nicht anliegen, werden durch den negativen Geotropismus gestreckt und dadurch an die Stütze gepresst. Der Durchmesser der Stütze hat Einfluss auf den Neigungswinkel der Schraubenwindungen. Das Winden ist nicht Folge einer durch Contact mit der Stütze ausgelösten Reizung. Die Torsionen des Stengels entstehen unabhängig von der Circumnutation und sind nicht die Ursache dieser und des Windens, wohl aber beschleunigen oder verzögern sie die Circumnutation. Die Sprossspitze ist gegen

1) J. Sachs. Lehrbuch der Botanik. IV. Aufl. 1874. pag. 836.

2) W. Pfeffer. Pflanzenphysiologie. Bd. II. pag. 204 ff.

3) cf. pag. 6 meiner Abhandlung.

freien Windungen aber ohne Stütze erzeugt und dauernd sind, so ordnet er dieselben dem zweiten Falle unter und setzt sie vollkommen analog den freien Spiralwindungen der Ranken, der weiblichen Blütenstiele von *Vallisneria spiralis*, der Fruchtschnäbel von *Erodium* u. s. f.

In seinen „Vorlesungen über Pflanzenphysiologie“ vereinigt Sachs in gewohnter, meisterhafter, doch der Tendenz des Buches entsprechend subjektiver Darstellung unsere bisherigen Kenntnisse zu einem abgerundeten, einheitlichen Bilde, wird aber, was nicht zu verkennen ist, in seiner früheren Bestreitung der Reizbarkeit wankend.

Vor einigen Wochen, lange nach Abschluss meiner Untersuchung, welcher im Juli dieses Jahres bereits stattfand, erschien eine umfangreiche Abhandlung von J. Baranetzki,¹⁾ deren zweiter Theil das Winden der Stengel zum Gegenstande hat. Die Baranetzki'schen Versuche konnten deshalb naturgemäss nicht berücksichtigt werden und auch das, was ich über seine Mittheilungen hier sage, konnte nur nachträglich eingefügt werden. Baranetzki schliesst sich eng an Schwendener an in der Behandlung der Windefrage. Mit letzterem verwirft er die Reizbarkeit und den Einfluss des Gewichtes der Endknospe (ohne neue Gegenbeweise zu bringen) und sieht den Geotropismus und die rotirende Nutation als Bedingungen des Windens an. An Stelle des Schwendener'schen Ergreifens der Stütze durch das nutirende Stengelende setzt er die ebenfalls von Zeit zu Zeit sich wiederholende Wirksamkeit einer Hakenkrümmung der Stengelspitze, ein periodisch wiederkehrendes „Anhaken“ des Stengels an die Stütze. Die Entstehung des Hakens erklärt Baranetzki mit Hülfe eines im ersten Theil seiner Schrift aufgestellten Satzes, der aber durchaus jedes Beweises entbehrt, nach welchem eine nutationsfähige Spitze, wenn sie sich in horizontaler Lage befindet, sich hauptsächlich in horizontaler Ebene krümmt (Baranetzki's „transversale“ Krümmung). Nachdem die Sprossspitze sich aufgerichtet und eine Weile symmetrisch (d. h. mit der Stütze als Nutationsachse) nutirt hat, soll nun das Ende in die horizontale Lage herabsinken (warum? erfährt man nicht) und in derselben sich

1) J. Baranetzki. Die kreisförmige Nutation und das Winden der Stengel. (Mémoires de l'Académie impériale des sciences de St. Pétersbourg. VII^e Série. T. XXXI. No. 8)

Das Zusammenfallen der Windungsrichtung mit der Richtung der Blatininsertionsspirale habe ich nicht immer bestätigt gefunden.

Gleichzeitig mit der rotirenden Nutation wirkt der negative Geotropismus auf die wachsenden Stengeltheile und die Bewegung der Stengelspitze oder besser jedes Punktes derselben ist die Resultante aus beiden. Vermöge der geotropischen Eigenschaft suchen die wachsenden Stengeltheile sich vertikal zu stellen und thun es in der That, sobald die Nutationsbewegung zu Ende geht, wenn die Stütze fehlt, oder wenn keine dauernde Berührung in vertikaler oder annähernd vertikaler Richtung stattgefunden hatte. Es ist richtig, dass sich spiralige Krümmungen auch bilden, wenn man auf irgend eine Weise einen Punkt des Stengels aufhält, z. B. durch Befestigen eines Punktes der Rückseite des nutirenden Sprosses, allein diese gebildeten Spiralen haben nichts zu thun mit normalen um die Stütze gebildeten Windungen; sie sind vorübergehend und gleichen sich, vorausgesetzt, dass die Pflanze normal weiter wächst, durch den Geotropismus vollständig wieder aus. Während, wie ich später ausführlich zeigen werde, bei normalen um eine Stütze gebildeten Windungen durch die Berührung vom Augenblick des Contactes an eine Längendifferenz der Innen- und Aussenseite des Stengels erzeugt wird, die eine nachherige vollständige Streckung der Windungen auch nach späterer Entfernung der Stütze durch den Geotropismus ganz unmöglich macht, so bleiben hier die Kanten oder Seitenlinien nahezu gleich lang, und nur durch Erlöschen des Wachsthums können solche Windungen dem Einfluss des Geotropismus entzogen und somit bleibende werden; ich komme hierauf weiter unten zurück.

Aus dem bisher Gesagten ergibt sich von selbst, dass wir mit diesen beiden Faktoren bei der Bildung normaler Windungen nicht auskommen, wir müssen als dritten Faktor eine Reaktionsfähigkeit des windenden Stengels auf einen dauernden Längsreiz annehmen. Ehe ich jedoch dazu übergehe, Argumente für die Existenz dieser Reizbarkeit zu erbringen, will ich vorher einen kritischen Blick auf die zweite der von Schwendener zum Winden als nöthig erachteten Bedingungen, auf das Ergreifen der Stütze durch den nutirenden Sprossgipfel, werfen. Die Schlingpflanze soll nach Schwendener in ähnlicher Weise, wie man etwa mittelst Daume und Zeigefinger eine cylinderische Glasröhre oder ein Weinglas an-

von de Vries, den Schwendener wiederholte, etwas gegen die Reizbarkeit, wofür ich die Gründe bereits im historischen Theil dieser Abhandlung anführte und unten kurz wiederhole. De Vries beschreibt den Versuch nicht näher, und wenn Schwendener ihn so anstellte, wie ihn die Figur 7 seiner Tafel darstellt, so ist es nicht merkwürdig, dass er ein negatives Resultat ergab, denn die noch unentwickelten, stark im Wachsthum begriffenen Internodien der Stengel sind wenig oder gar nicht reizbar, um so mehr aber die weiter von der Spitze entfernteren, deren Längenwachsthum beinahe erloschen ist. Schwendener legte die Stütze in der Region des obersten Kontaktpunktes an, also an ganz unentwickelte Internodien, was eben etwas zu hoch war. Ausserdem ist nur eine andauernde Berührung im Stande, eine Reizkrümmung hervorzurufen. Beim Drehwagenversuch ist auch diese Bedingung nicht erfüllt, denn während sich der nutirende Sprossgipfel im Raum fortbewegt, ändert sich fortwährend die Lage des Berührungspunktes oder der Berührungslinie des Stengels mit der beweglichen Stütze, mag letztere nun an der vorangehenden Seite anliegen und passiv fortgeschoben werden, oder an der Rückseite und vermöge der Fadentorsion folgen.

Ich unternahm daher, um der Lösung der Frage nach der Reizbarkeit näher zu kommen, andere Versuche. Dabei lag die Hauptschwierigkeit darin, dass sich in den meisten Fällen etwaige Reizkrümmungen und Nutationskrümmungen nicht leicht auseinanderhalten lassen, dass beide sich combiniren und verdecken. Trotzder folgt aus meinen Versuchen und den sich an dieselben anschliessenden Betrachtungen mit positiver Nothwendigkeit, dass die windenden Internodien der Schlingpflanzen gegen dauernde Berührung empfindlich sind und dass die dauernd berührte Seite im Wachsthum hinter den übrigen zurückbleibt.

Versuch I. Einer kräftigen regelrecht nutirenden Calystegia wurde das eine Ende eines senkrecht herabhängenden Fadens, dessen anderes Ende lose über einen horizontalen Glasstab gelegt war, als Stütze geboten. Da dieser Seidenfaden nirgends befestigt war, gab er jeder Bewegung des nutirenden Stengels mit Leichtigkeit nach und wurde daher in Folge der kreisenden Nutationsbewegung leicht um den Stengel gewunden. Nun hätte, da der Faden die Nutations-

Versuch II das Wachsthum verlangsamend auf die berührte Seite des Stengels wirken und, da in Folge von eintretenden (wie wir später sehen werden, nie fehlenden) Torsionen successive immer andere Seitenlinien des Stengels mit der Stütze in Berührung kommen, auch das Gesamtwachsthum des Internodiums vermindern. Schon der Augenschein und mehr noch genaue Messungen, denen folgende Maasszahlen entnommen sind, lehrten, wie diese a priori nothwendige Consequenz sich in Wirklichkeit vollkommen bewahrheitet. Die Internodien eines und desselben Stengels ändern sich meist auffallend plötzlich beim Uebergang von einer Stützendicke zur anderen, während sie an derselben Stütze weiterwindend, nahezu gleiche Internodienlänge beibehalten; kleine Unregelmässigkeiten, die jedoch nicht im Geringsten die Richtigkeit der Interpretation dieser Erscheinung in Frage zu setzen vermögen, sind auf Kosten kleiner Vegetationsänderungen der Versuchsobjekte zu schreiben, weshalb man eine möglichste Constanz der äusseren Lebensbedingungen der Versuchspflanze anstreben muss. —

I. Ein *Calystegia*stengel zeigte folgende Internodienlängen:

(die untersten Internodien, welche überhaupt noch nicht winden, lasse ich unbeachtet, weil sie stets auffallend kurz sind).

a) freigewachsen und stark homodrom tordirt

L = 79, 71, 55, 65, 59, 65, 55, 58 mm.

b) um eine 17,5 mm dicke Stütze gewunden und antidrom tordirt

L = 41, 42, 44, 41, 49, 46, 46 mm.

c) abermals frei gewachsen mit starker gleichsinniger Torsion

L = 68, 64, 55, 56, 55.

(die folgenden Internodien nehmen rasch an Länge ab, weil sie noch im Wachsen begriffen sind).

II. *Calystegia dahurica*.

a) frei gewachsen, stark homodrom tordirt

L = 73, 73, 62 mm.

- b) gewunden um eine 3 mm dicke Stütze, schwach homodrom tordiert
 $L = 48, 44, 39 \text{ mm.}$
- c) frei gewachsen, starke homodrome Torsion zeigend.
 $L = 58, 63, 73, 75 \text{ mm.}$
- d) gewunden um eine 2,5 mm dicke Stütze schwach, stellenweise nicht tordiert
 $L = 55, 42, 43, 37, 35, 36 \text{ mm.}$

III. Calystegia duhurica.

- a) frei, stark homodrom tordiert
 $L = 50, 69, 70, 72 \text{ mm.}$
- b) gewunden um einen Glasfaden von 0,5 mm Dicke, stark homodrom tordiert
 $L = 50, 50, 46, 46, 48 \text{ mm.}$
- c) gewunden; Stützendicke = 5 mm, schwach homodrom tordiert
 $L = 40, 30, 34, 34, 35, 33, 35.$
- d) frei, stark homodrom tordiert
 $L = (47) 56, 77, 58, 56.$

Sehr instruktiv sind folgende beiden Zahlenreihen; die erste derselben stellt die Längen der aufeinanderfolgenden Internodien einer Calystegia dahurica dar, welche regelmässig um eine 13 mm dicke Glasröhre gewunden hatte, während die zweite die Länge der Internodien einer Pflanze der gleichen Art wiedergibt, welche ihre Windungen um eine konische, von unten nach oben sich stark verjüngende Holzstütze erzeugt hatte. Der Durchmesser der Holzstütze betrug am unteren Ende 31 mm, am oberen dagegen nur 6 mm.

I.	1. = 32.	7. = 32.	
von unten	2. = 28.	8. = 27.	
	3. = 32.	9. = 26.	
	4. = 26.	10. = 26.	
	5. = 28.	11. = 22.	} noch nicht ausgewachsen
	6. = 27.	12. =	

II. a. Stützendicke	Internodienlängen
von 31 mm	(64).
unten	55.
	55.
bis	65.
	65.
	62.
	72.
	85.
6 mm	78.
oben	95.
	92.
	95.
	110.
	112.
	110.

frei gewachsene
Internodien.

Ipomaea sibirica.

Stützendicke	frei gewachsen
5 mm	50, 48, 48, 40, 38, 40 mm.
18 -	2 Windungen mit antidr. Torsion 30, 32 mm.
14 -	2 Windungen, Torsion antr. 32, 36 mm.
4 -	37, 36, 37, 38 mm.
0	frei gewachsen.
	48, 48, 50, 35, 35
	noch nicht ausgewachsen.

Aehnliche Zahlenreihen erhielt ich bei Messungen der Internodienlängen von *Phaseolus multiflorus* und *Humulus Lupulus*, die ich die verschiedensten Stützen umschlingen liess. Freilandpflanzen sind zu diesem Zwecke nur zu gebrauchen, wenn sie an vor Wind ganz geschützten Orten und unter sonst möglichst gleichbleibenden Verhältnissen wachsen (gleichmässige Licht- und Wasserzufuhr etc.). Da diese Bedingungen bei den mir zu Gebote stehenden Freilandpflanzen, wie *Menispermum canadense*, *Akebia quinata*, *Tamus communis*, *Dioscorea villosa* etc. nicht erfüllt waren, verzichtete ich darauf, sie zu genauen Messungen derart zu verwenden.

Neigungswinkel der Windungen.

Unter welchem Winkel die Windungen einer Schlingpflanze ansteigen, ist eine Frage, welche bisher noch wenig diskutiert worden ist. Bei oberflächlicher Betrachtung scheint die Neigung der Windungen regellos zwischen den weitesten Grenzen zu variiren; untersucht man dieselbe aber genauer und bringt man sie in Beziehung mit den jedesmal gegebenen Verhältnissen, so ergibt sich sehr bald eine nicht zu verkennende Gesetzmässigkeit. A priori können wir erschliessen, dass die Neigung abhängen wird von zwei Umständen: erstens von der Dicke der Stütze und zweitens von der durch erster modificirten Grösse der Verkürzung der berührten Seite des windenden Stengels. Es ist vorauszusehen, dass mit abnehmender Dicke der Stütze die Windungen steiler werden müssen, weil dann der Raum für die geotropische Aufwärtskrümmung sich mehr und mehr vergrössert. Die Steilheit wird ihr Maximum erreichen beim Winden um einen lose herabhängenden, nachgebenden Faden von minimaler Dicke und wird mit wachsendem Stützendurchmesser sich vermindern, um beim Winden um die grösste noch zulässige Stützendicke ihr Minimum zu erreichen. Ferner wird der Neigungswinkel mit der Verkürzung der berührten Seite in Wechselbeziehung stehen. Die geotropische Aufwärtskrümmung wird bei dicken Stützen der Stengel früher zum Anliegen an die Stütze bringen, als bei dünneren; es beginnt die Berührung mit der Stütze früher zu wirken, die Längendifferenz zwischen Innen- und Aussenseite des Stengels wird im ersten Falle beträchtlicher als im zweiten. Da nun weiter, wie eine geometrische Betrachtung der Verhältnisse lehrt, die Längendifferenz zwischen Aussen- und Innenseite am bedeutendsten ist bei horizontaler Richtung der Windungen und kleiner wird mit wachsendem Neigungswinkel, um bei senkrechter Lage des Stengels gleich 0 zu werden, so resultirt daraus ohne Weiteres, dass bei dicken Stützen

Neigung der Windungen sich mehr der horizontalen nähern, während mit dem Dünnerwerden der Stütze wegen geringerer Verkürzung der berührten Seite die Neigung mehr nach der Vertikalen hin variiren wird.

Es lässt sich geometrisch leicht entwickeln, dass die Differenz zwischen der Innen- und Aussenkante eines gewundenen Stengels am grössten ist bei horizontaler Lage der Windung; sie ist dann einfach die Differenz zwischen dem Umfang des durch die Aussenkante und dem Umfang des durch die Innenseite gebildeten Kreises. Sowie die Windung einen Winkel mit der Horizontalen bildet, verwandeln sich die Kreise in parallele Schraubenlinien, deren Längenunterschiede sich ebenfalls mit Leichtigkeit berechnen lassen.

Drücken wir z. B. die Neigung der Windungen durch die Abstände der einzelnen Windungsumgänge aus, und durchlaufen diese Abstände bei einer Stützendicke von 5 mm und einem Stengeldurchmesser von 1,5 mm die Werthe von 0; 5; 10; 20; 40; 60; 80 mm, so durchwandern in runden Zahlen ausgedrückt die dazu gehörigen Längendifferenzen die Werthe von 9,5; 9; 8; 6; 4; 3; 2,5 mm. In anderen Worten, mit kleiner werdenden Längendifferenzen zwischen Innen- und Aussenseite muss der Neigungswinkel der Windungen wachsen. In der That konnte ich diese theoretischen Consequenzen der Wirklichkeit vollkommen bestätigt finden, was nachstehende Tabellen in verschiedener Weise darlegen sollen.

Durchmesser Neigungswinkel. Windungsabstand. Mittel aus der Stütze.

0,5 mm . . .	75°	6—7 mm	5
2,5 - . . .	—	14—15 -	11
4 - . . .	69—70°	19—20 -	16
5 - . . .	67°	24—26 -	6
12 - . . .	64°	— -	—
13 - . . .	61°	— -	—
17,5 - . . .	56°	92—96 -	5
21 - . . .	32°	80—85 -	5

Windungen.

Ein gesundes Exemplar von Calystegia hatte um eine konische,

von 3,1 mm bis zu 6 mm Durchmesser sich verjüngende Stützwunden und zeigte folgende Neigungswinkel:

Durchmesser der Stütze.	Neigung der Windungen
29 mm	36°
28 -	39°
22 -	43°
17 -	48°
16 -	48°
12,5 -	50—51°
7 -	53°
6 -	59°

Um 1 mm dicke Drähte und dünne Seidenfäden gewickelte Windungen derselben Pflanze waren um 80° gegen die Horizontale geneigt.

Ein Exemplar von *Menispermum canadense* zeigte folgende Verhältnisse an einer konischen Stütze von 31—11 mm Durchmesser:

Stützendurchmesser.	Neigungswinkel.	Internodienlänge
31 mm	45°	70
26 -	58°	78
23,5 -	62°	76
21 -	63°	80
17 -	68°	80
14 -	70°	95
11 -	74°	110

Dagegen hielten die Windungen eines anderen Stengels derselben Pflanze um eine 22 mm dicke Stütze einen Neigungswinkel von 63—64°, die eines dritten Stengels um eine Stütze von 27—22 mm Durchmesser einen Neigungswinkel von 55° constant inne. Scleranthus giebt für *Ipomaea* für eine 6 mm dicke Stütze einen Neigungswinkel von 76°, für 1,5 cm Stützendurchmesser 58° Neigung.

An *Humulus Lupulus* fand ich folgende Werthe als zusammengehörig:

Stützendicke. Neigungswinkel,
Mittel aus je 6 Messungen.

5 mm	.	.	.	.	.	.	70°
7	-	.	.	.	.	.	65°
12	-	.	.	.	.	.	63°
20	-	.	.	.	.	.	63°
35	-	.	.	.	.	.	60°
38	-	.	.	.	.	.	62°
45	-	.	.	.	.	.	60°
46	-	.	.	.	.	.	56°
51	-	.	.	.	.	.	54°
55	-	.	.	.	.	.	50°
58	-	.	.	.	.	.	53°
62	-	.	.	.	.	.	50°
70	-	.	.	.	.	.	47°
76	-	.	.	.	.	.	43°
80	-	.	.	.	.	.	45°

Ein nachträgliches Steilerwerden der fertigen Windungen, wie es de Vries als wahrscheinlich hinstellt, habe ich, wie es schon Schwendener erging, nicht beobachten können. Die Windungen blieben in allen Fällen unverändert, was man am leichtesten daran erkennen kann, dass die einzelnen die Windungen treffenden Theile einer parallel zur Stützenachse gezogenen Linie sich nicht nachträglich verschieben, sondern genau in der geraden Linie angeordnet bleiben.

Nach dem oben Gesagten stimmen die schlingenden Stengel mit den Ranken darin überein, dass dauernder Contact bei Beiden eine relative Wachstumsverlangsamung an der berührten Seite bewirkt, die zur Umschlingung der Stütze führt; bei Beiden ist eine Reizfortpflanzung aus der continuirlich concaven Einkrümmung der zunächst über der Berührungsstelle liegenden Partie unmittelbar ersichtlich. Wird die Stütze rechtzeitig beseitigt, so vermögen Beide leichte Krümmungen und selbst ganze Windungen, unter Mitwirkung des Geotropismus bei den Schlingpflanzen und Bildung von Torsionen, wieder auszugleichen. Im Allgemeinen reagiren die Stengel der Schlingpflanzen viel langsamer und träger als die Mehrzahl der Ranken und kommen vielleicht nur den wenigst empfindlichen unter

den Ranken, wie denen von Ampelopsis, Smilax etc. gleich. Während bei den Ranken die Concavseite nach der Berührung entweder nur im Wachsthum zurückbleibt oder gar nicht mehr wächst, oder sogar sich verkürzen kann, wie de Vries¹⁾ 1873 nachwies, kommt bei den Schlingpflanzen nach meinen bisherigen Messungen, die alle anzuführen ich hier unterlasse, nur der erste Fall vor; immer vergrößerten sich auch die Distanzen der auf der Concavseite angebrachten Marken. Trotzdem wird die Längendifferenz zwischen Concav- und Convexseite eine sehr beträchtliche. Sie betrug nach direkter Vergleichung der durch sorgfältige Schnitte abgelösten Innen- und Aussenseite z. B. bei

Calystegia dahurica.			
Stützendicke	Stengeldicke	Länge der	Innenseite
in mm	in mm.	Aussenseite	in mm.
3,5	1,5	42	36
5	1,5	65	60
5	2,5	90	77
10	3	59,5	52,5
10	3	102	93,5
Menispermum canadense.			
13	3	83	80
-	-	97	93
-	-	88	84,5
-	-	70	67
-	-	71,5	68
22,5	2	62	56
-	-	47	41
-	-	45,5	42

Nicht nur verschiedene Arten der Schlingpflanzen, sondern auch Individuen derselben Art reagiren ungleich stark auf den Druck der Stütze, d. h. die besprochene bleibende Längendifferenz ist bei verschiedenen Individuen auch unter sonst gleichen Verhältnissen, bei gleicher Stengel- und Stützendicke, nicht gleich; eine unmittelbare Folge davon ist, dass die Neigung der Windungen verschiedener

1) de Vries. Längenwachsthum der Ober- und Unterseite sich krümmen der Ranken. Arbeiten des bot. Inst. in Würzburg. Bd. I pag. 314 ff.

Arten, respektive Individuen derselben Art ceteris paribus variiren kann. So betragen z. B. die Neigungswinkel von

bei der Stützendicke *Calystegia dah.* *Menisp. canad.*

von

13 mm	61°	68°
22 -	43°	65°
32 -	35°	59—60°

Menispermum canadense ist eine verhältnissmässig steil windende Pflanze, *Calystegia dahurica* und *Ipomaea sibirica* dagegen winden weniger steil. Innerhalb einer und derselben Art pflegen lebhaft wachsende Individuen in grösserem Winkel gegen die Horizontale geneigt zu sein, als langsam wachsende. Indem man die Wachstumsenergie eines Sprosses künstlich herabsetzt durch Entfernung der Blätter und verminderte Wasserzufuhr, kann man denselben veranlassen, Windungen von geringerer Neigung gegen die Horizontale zu produziren, als ihm im normalen Zustande zukommen. Zum Theil kommt dieses Flacherwerden der Windungen natürlich in diesem Falle auf Rechnung des Geotropismus, der ja bei weniger lebhaft wachsenden Organen an Wirksamkeit verliert.

Torsionen.

Eine mit dem bisher Gesagten in vielfacher Wechselbeziehung stehende Erscheinung an windenden Stengeln sind die Torsionen derselben. Die Annahme Mohl's, die Torsion in den älteren Internodien sei Ursache des Windens, wurde, wie wir schon im historischen Theil dieser Abhandlung sahen, von Palm nicht getheilt. Schon die Pflanzen, deren gewundener Theil eine der Windungsrichtung entgegengesetzte Torsion erhält, mussten die Mohl'sche Ansicht stürzen. Die Torsionen treten vielmehr erst später auf, wenn der Stengel, fand er eine Stütze, sich bereits um diese gewunden hat, oder wenn er ohne Stütze die Nutationsbewegung bereits vollendet hat. Den jungen Internodien fehlen sie stets. Sowohl während des Längenwachstums, häufig, wenn dasselbe dem Erlöschen nahe ist, bilden sich Torsionen aus, die, wie schon aus Mohl's Angaben zu ersehen ist, in Bezug auf Zahl und Steilheit

specifisch und individuell verschieden sind. Es ist nothwendig, um klar über die Torsionserscheinungen zu werden, von vornherein zwei Fälle von einander zu trennen, namentlich die sogenannte scheinbare Torsion, welche eine Torsion überhaupt gar nicht genannt werden dürfte, da sie nichts mit einer solchen gemein hat, als die äussere Erscheinung, von der wirklichen. Die scheinbare Torsion ist stets der Windungsrichtung gegenläufig, antidrom, und kommt aus rein stereometrischen Gründen zu Stande; nach ihr scheint ein und dieselbe Seitenlinie, die parallel der Achse des Stengels läuft, durch das Winden einen scheinbaren spiraligen Verlauf zu erhalten, d. h. sie scheint von aussen über oben nach innen zu rücken, um endlich wieder nach aussen zurückzukehren. Sehen wir aber genauer zu, so bemerken wir bald, dass, trotzdem die Seitenlinien nach der Achse parallel laufen, was bei einer wirklichen Torsion nicht ist: diese scheinbare Torsion müssen wir berücksichtigen, eben weil sie nur scheinbar ist, weil sie, wollte man sie vernachlässigen, die Beurtheilung der gleich zu nennenden wirklichen Torsion fälschen würde. Fig. 9a stellt die scheinbare Torsion eines Stengels dar. Wie Schwendener trigonometrisch berechnet, beträgt diese scheinbare Torsion für runde Stützen bei einem Neigungswinkel von 45° $254^\circ 26'$ pro Windung, d. h. eine ursprünglich aussenliegende Seitenlinie erreicht nach 1,4 Windung wieder die Aussenseite. Mit der Neigung der Windungen zur Horizontalen nimmt ceteris paribus der Betrag der scheinbaren Drehung zu und ab, so zwar, dass Torsionen um so stärker zu werden scheinen, je steiler die Windungen sind. Für eine zehnkantige, also annähernd runde Stütze berechnet Schwendener für verschiedene Neigungswinkel z. folgende Werthe der scheinbaren Torsion:

Neigung der Windungen.

Scheinbare Torsion der
Windung.

45°	. . . . .	258° 40'
55° 32'	. . . . .	300°
65°	. . . . .	328° 20'
75°	. . . . .	348° 20'
85°	. . . . .	358° 40'

u. s. f.

bei sehr dünnen Stützen, Fäden etc. ist daher die Grösse der homodromen Torsion oft sehr bedeutend und kommt der ganz frei wachsenden Internodien sehr nahe. Die Sätze Schwendener's: „jede Schlingpflanze, die regelmässig windet, erscheint daher in den älteren ausgewachsenen Internodien stets gegenläufig gedreht“, und weiter „jene der Windungsrichtung gleichsinnigen Drehungen finden nur statt, wenn die Pflanze an der Stütze ausgleitet oder über dieselbe hinauswächst oder aus irgend welchen anderen Gründen an der regelmässigen Herstellung des Contactes verhindert wird; sie fallen in die Zeit des Nichtwindens und müssen folglich als Störungen bezeichnet werden, die bei regelmässigem Winden gar nicht vorkommen“, sind daher vollkommen unhaltbar und beruhen auf der durch die Wahl zu dicker Stützen bedingten Unvollständigkeit seiner Beobachtungen.

Die Besprechung der Torsionen veranlasst mich, noch auf einen Punkt zu kommen, in dem ich mit Schwendener nicht übereinstimme. Wie Schwendener bereits anführt, kann die Krümmung der windenden Stengel beim Anlegen an die Stütze auf doppelte Weise zu Stande kommen, erstens, dass die jedesmaligen Biegungen um Quergestellte, also zur Längsachse des Stengels senkrechte, oder zweitens, dass sie um zur Längsausdehnung des Stengels schiefe Achsen stattfinden. In jenem Falle erscheint eine auf den Stengel gemalte, den Kanten parallele Linie nach dem Winden antidromtordirt (scheinbar antidrome Torsion) und die nach einander am stärksten wachsenden Regionen liegen auf einer homodromen Spirale um den Stengel. Im zweiten Falle behält eine solche Linie stets ihre relative Lage zur Stütze bei, die Wachstumsmaxima liegen immer auf derselben Seite des Stengels. Welchem Falle ist nun die windende Pflanze unterzuordnen? Unbedingt dem ersten, denn mit dem zweiten, der bei vielen Ranken (Bryonia etc.) vorkommt, ist das spiralig um den Stengel fortschreitende Wachsthum schlechterdings nicht zu vereinigen. Diese Art des Wachstums ist aber Bedingung der Circumnutation der Schlingpflanzen und kann durch am Stengel angebrachte Marken leicht nachgewiesen und veranschaulicht werden. Schwendener nimmt merkwürdigerweise den zweiten Fall für den windenden Stengel in Anspruch.

Schon oben brachte ich zum Ausdruck, dass an der ursprüng-

lichen Bildung der Windungen die Torsionen keinen Antheil nehmen; als einzige, aber nebensächliche Wirkung derselben auf den Windungsmechanismus fasse ich die auf, dass sie einen verzögernden oder beschleunigenden Einfluss auf die Geschwindigkeit des Windens ausüben, je nachdem die Torsionen der Windungsrichtung entgegengesetzt oder gleichsinnig verlaufen. In derselben Weise kommt auf das durch das Gewicht der freistehenden Sprossspitze auf die sie tragenden Internodien ausgeübte Torsionsmoment zur Geltung. Die von Schwendener ausgeführten Versuche, nachzuweisen, dass das Drehungsmoment des freien Sprossgipfels nicht zu den wesentlichen Bedingungen des Windens gehöre, habe ich mehrfach wiederholt und befinde mich in Bezug auf das Resultat in vollständiger Uebereinstimmung mit ihm.

Freie Windungen.

Schlingende Sprosse können auch ohne Stütze ähnliche schraubenförmige Krümmungen machen, wie wenn sie eine Stütze umwinden. Dies geschieht jedoch nur, wenn man das Stengelende der Schlingpflanze in vertikale Richtung bringt und darin zu erhalten sucht; dann kann man eine grössere Anzahl von Spiralwindungen entstehen sehen (die Figuren 7 und 8 der Tafel stellen solche freie Windungen dar, 7 von *Ipomaea coccinea* und 8 von *Calystegia dahurica*), man wird aber auch bemerken, dass die betreffende Pflanze in kurzer Zeit ihr normales Wachsthum einstellt, dass ihre Blätter klein bleiben, dass sie, kurz gesagt, nur noch kümmerlich ihr Dasein fristet. Deshalb, weil der Zustand der Pflanze hier anomal ist und weil eine sich selbst überlassene, kräftig wachsende, flott nutirende Pflanze solche freie Windungen nicht bildet, halte ich letztere für etwas vollständig Verschiedenes von den um eine Stütze erzeugten Windungen. Dasselbe gilt für die von abgeschnittenen und in feuchter Sand gesteckten Sprossgipfeln gebildeten Windungen. Alle diese Erscheinungen sind rein pathologische, die mit dem Winden gesunder Sprosse um eine Stütze in keiner Beziehung stehen. Aufschlüsse über den Vorgang des Windens sind meines Erachtens von solchen Versuchen nicht zu erwarten -- Wächst der Gipfel einer gesunden Schling

pflanze über die Stütze hinaus, so neigt sich derselbe in Folge seines Gewichtes bald über bis in die Horizontale und darüber hinaus. Dieser überhängende Stengeltheil (der oft mehrere Fuss lang werden kann, z. B. bei *Humulus Lupulus* und *Phaseolus multiflorus*), wird durch die Nutationsbewegung in horizontaler Ebene im Kreise herumgeführt, zugleich aber wird der ganze Sprossgipfel durch die Torsion des weiter zurückliegenden Stengeltheiles in passive Drehung um sich selbst versetzt, er macht eine sogenannte Klinostatenbewegung. Letztere vernichtet die Wirkungen des negativen Geotropismus, ohne welchen, wie früher erörtert wurde, die Bildung von Windungen unmöglich wird. Würden in der Natur frei wachsende Sprosse leicht derartige korkzieherförmige Windungen bilden, so wären sie für immer verhindert, eine Stütze zu erfassen, die Schlingpflanze müsste aufhören, Schlingpflanze zu sein. Die Entstehung aller Spiralwindungen ohne Stütze denke ich mir genau in der Weise, wie Sachs in seinen „Vorlesungen“ (pag. 823) für schwächlich wachsende Sprosse an giebt. Es ist, wie mir scheint, kein Grund vorhanden, die an abgeschnittenen Stengeln im Glaszylinder oder die beim Wachsen der Pflanze über die Stütze hinaus gebildeten Windungen zu unterscheiden von denen, die an ganz frei in vertikaler Richtung gehaltenen schwächlichen Sprossen immer zu beobachten sind. In allen diesen Fällen hören die regelmässigen Nutationsbewegungen auf, die Schwerkraft verliert, weil das Wachsthum der betreffenden Pflanzentheile dem Erlöschen nahe ist, ihre Wirksamkeit, und was entsteht, ist einzig und allein hervorgebracht durch lokale Wachsthumsdifferenzen und damit zusammenhängende Longitudinalspannungen im Stengel. Wie ich in der Einleitung schon bemerkte, ist dies auch die Meinung Schwendeners, dem ich vollständig darin beistimme, die „freien Windungen“ der Schlingpflanzen analog den freien Spiralwindungen der Ranken, der Stiele der weiblichen Blüthen von *Vallisneria spiralis*, der Fruchtschnäbel von *Erodium* etc. zu setzen.

Figuren - Erklärung.

Tafel XVI.

- Fig. 1. *Calystegia dahurica*. Stengel st um einen lose herabhängenden Seidenfaden s gewunden. nat. Gr.
- Fig. 2. *Calystegia dahurica*. Stengel während des regelrechten Windens um einen feinen Eisendraht dd. nat. Gr.
- Fig. 3. Dieselbe Pflanze, um ein Glasrohr von 15 mm Dicke windend. nat. Gr.
- Fig. 4. Dieselbe Pflanze, windend um eine Stütze von 00 mm Durchmesser. nat. Gr.
- Fig. 5. *Humulus Lupulus*. Gipfel eines Sprosses, der mehr als zwölf regelmässige Windungen um einen Eisendraht gemacht hatte. nat. Gr.
- Fig. 6. *Convolvulus arvensis*. Stengel, welcher ein Grasblatt b umwunden hat; etwas vergrössert.
- Fig. 7. *Ipomaea coccinea*.
 Freie Windung. st Stengel. s Drahtschlinge, um die Pflanzen vertikal zu erhalten. nat. Gr.
- Fig. 8. *Calystegia dahurica*. Freie Windung. schwach verkleinert.
- Fig. 9. (a) Darstellung der scheinbaren Torsion.
 (b) " " homodromen "
 (c) " " antidromen "

Die Gruppe der Hymenolichenen.
Ein Beitrag zur Kenntniss basidiosporer Flechten.

Von

Friedrich Johow.

Hierzu Tafel XVII—XXI.

Obwohl die Lehre vom Flechtenthallus als eines Consortiums von Pilzen und Algen durch die grundlegenden Arbeiten Schwendener's längst aus dem Stadium der Hypothese herausgetreten und durch die entwicklungsgeschichtlichen und experimentellen Nachweise von Stahl u. A. zur feststehenden Thatsache geworden ist, an der nur noch eine blinde und durch Vorurtheile irre geleitete Opposition zuweilen zu rütteln versucht, so ist doch die scheinbare Beschränkung der Flechtensymbiose auf eine einzige Pilzgruppe bis in die jüngste Zeit noch eine räthselhafte und befremdende Erscheinung gewesen. Gegenüber dem ungemein häufigen, durch etwa 6000 beschriebene Flechtenspecies vertretenen Fall, dass ein Ascomycet mit einer grünen oder blaugrünen Alge zur Bildung eines Consortiums zusammentritt, ist ein ähnliches Verhältniss zwischen Algen und anderen als ascosporen Pilzen bis vor Kurzem gänzlich unbekannt geblieben. Erst vor zwei Jahren haben wir zum ersten Male durch Mattiolo¹⁾ von dem Vorkommen einer Symbiose zwischen Algen und basidiosporen Pilzen gehört, und zwar hat sich dabei eine längst bekannte, aber in ihrer Organisation unerforschte Gattung tropischer

1) Oreste Mattiolo, Contribuzioni allo studio del genere *Cora* Fries. *Nuovo giornale botan. italiano*. Vol. XIII, No. 4, 1881. p. 245—267, 2 tav.

Flechten, das genus *Cora* Fries, zu nicht geringer Ueberraschung der Lichenologen als eine Gruppe von Hutpilzflechten entpuppt. Die anatomische Untersuchung einiger aus europäischen Herbarien entnommenen Exemplare von *Cora pavonia*, *glabrata* und *ligulata* ergab für den vegetativen Körper dieser Pflanzen eine in den wesentlichsten Punkten vollkommene Uebereinstimmung mit dem Thallus der gewöhnlichen Laubflechten, während die Beschaffenheit der Fortpflanzungsorgane den Pilz als einen Hymenomyceten aus der Familie der Telephoreen erkennen liess.

Leider war das Material, welches Mattiolo zur Verfügung stand, wegen seiner Spärlichkeit und seines schlechten Erhaltungszustandes für eine vollständige und erschöpfende Untersuchung nicht verwertbar, und die Aufklärung mancher wichtigen Punkte musste späteren Forschungen überlassen bleiben. Es dürfte deshalb ein rückhaltlose und allseitige Zustimmung zu den Ergebnissen Mattiolo's auf Seiten der Lichenologen noch nicht erzielt sein, und besonders dürfte der Mangel einer entwicklungsgeschichtlichen Untersuchung frischen Materials gegenwärtig noch zu manchen Bedenken Anlass geben.

Diese Lücken auszufüllen und die interessante Frage endgültig aufzuklären, wurden die nachfolgend zu schildernden Untersuchungen unternommen. Die Beschaffung und Bearbeitung frischen Materials liessen sich natürlich nur mittelst eines Aufenthalts im Vaterlande der Pflanzen ausführen und bildeten daher neben anderen Zwecken die Aufgabe einer Reise nach West-Indien und Venezuela, die der Verfasser unter der hochgeneigten Unterstützung der Königl. Akademie der Wissenschaften in der ersten Hälfte dieses Jahres ausgeführt hat.

Es sei nun gestattet, die Ergebnisse der Untersuchung in der Weise darzustellen, dass zunächst nur die thatsächlichen Beobachtungen berichtet und an den bezüglichen Stellen die Abweichungen von Mattiolo's Befunden angegeben, sodann in einem kurzen Ueberblick die behandelten Formen vergleichend und nach ihren Beziehungen zu den echten Flechten sowie den Basidiomyceten betrachtet und endlich in einem dritten Abschnitt die Fragen der Systematik und Nomenclatur erledigt werden.

I. Darlegung der Befunde.

A. Die Gattung *Cora* Fries.

In Anbetracht der Seltenheit der hierher gehörigen Formen in den Herbarien sowie des besonderen Interesses, welches sich an die geographische Vertheilung so eigenartiger Gewächse knüpfen muss, dürfte zunächst eine kurze Erläuterung ihrer natürlichen Standortverhältnisse, soweit sie Verfasser in West-Indien beobachten konnte, nicht unangebracht erscheinen.

Die zahlreichen untersuchten Exemplare von *Cora*, welche sämmtlich der *Cora pavonia* Fr. angehören, wurden im April und Mai (gegen das Ende der trockenen Jahreszeit) auf der Insel Dominica und einen Monat später (während der Regenzeit) auf Trinidad gesammelt. Sie fanden sich ausschliesslich an bergigen, 1000 Fuss und höher über dem Meeresspiegel gelegenen Oertlichkeiten und schienen in den tiefer gelegenen Thälern sowie den Wäldern der Ebene gänzlich zu fehlen. Ein Hauptforderniss für das Gedeihen der Flechte ist demnach ein kühles und dabei andauernd feuchtes Klima, wie es für die höher gelegenen Theile jener Inseln auch in der trockneren Zeit des Jahres Regel ist. Als eine fernere Lebensbedingung kommt hierzu eine hohe Beleuchtungsintensität des Standorts, die aber nicht bis zur directen Insolation gesteigert sein darf. Im dunklen Urwald ist die Pflanze ebenso wenig wie an sonnigen Orten anzutreffen, sie bedarf eines hellen, diffusen Lichtes, wenn sie hinreichend assimiliren und andererseits nicht der Austrocknung durch strahlende Wärme erliegen soll. Sehr instructiv war in dieser Beziehung das Vorkommen der Flechte in den Bergen von Dominica, wo der ausgiebigste Fundort eine grosse, rings von Urwald umgebene Lichtung in etwa 2000 Fuss Höhe über dem Meere war. Dasselbst wuchs die Pflanze in reichlichen und üppigen Exemplaren an niedrigem Gesträuch und einzeln stehenden Bäumen, während sie in dem unmittelbar benachbarten Urwalde nirgends zu entdecken war. Da nun aber jene Lichtung nachweislich eines ziemlich recenten Ursprungs ist (sie ist seit Ende des vorigen Jahrhunderts durch Ausroden von Wald seitens der Mulattenfamilie Laudat, von der die dortige Ansiedelung ihren Namen führt, gebildet worden), so entsteht die

Frage, woher — wenn nicht aus dem umgebenden Walde — die Pflanze auf die Lichtung eingewandert sein sollte, beziehungsweise — da die ganze Insel mit Ausnahme der Küste von Wald bedeckt ist, also eine andere Herkunft ausgeschlossen ist — warum es in diesem Walde nicht gelingt, der Pflanze habhaft zu werden. Eine Antwort auf diese Frage giebt uns das topographische Verhalten der epiphytischen Gewächse überhaupt. Auch die phanerogamischen Epiphyten sind nämlich in Laudat weit zahlreicher als in den schattigen Regionen des umgebenden Waldes vertreten, sie finden sich aber auch in letzterem reichlich in der lichterem Höhe der Baumkronen, wo sie durch herabfallende Blüthen und Früchte ihr Dasein verrathen.¹⁾ Und so ist es, wie wir nicht zweifeln können, auch mit unserer Flechte: In den vom Lichte getroffenen Baumkronen der feuchten Bergwälder ihren ursprünglichen Standort habend und daselbst in unerreichbarer Höhe auf den Oberseiten der Aeste wachsend, steigt sie nur gleichzeitig mit dem Licht, dessen sie zu ihrem Leben bedarf, tiefer zur Erde herab, wo man sie dann in rings von Wald umgebenen Lichtungen auffindet.

Diese einseitige, mit dem anatomischen Bau zusammenhängende Anpassung der Pflanze an gleichzeitig kühle, feuchte und helle Standorte erschwerte es dem Verfasser ausserordentlich, gesammeltes Material in der Ebene längere Zeit am Leben zu erhalten. In dem heißen Küstenort Roseau, woselbst die Untersuchungen vorgenommen werden mussten, gingen trotz sorgfältiger Cultur die Exemplare gewöhnlich schon nach einigen Tagen zu Grunde.

An den Fundorten von der geschilderten Beschaffenheit wächst die Flechte epiphytisch an Sträuchern (Melastomaceen, Rubiaceen etc.) oder isolirt stehenden Bäumen, an denen sie nach der Weise eines Polyporus oder einer Telephora befestigt ist. (Siehe die Habitus-Abbildung Taf. XVII, Fig. 1.) Ein häutiger Thallus von rundlichem Umriss sitzt entweder mit einer horizontalen Kante einer Baumrinde an oder umfasst kreis- oder nierenförmig einen dünnen Zweig; in seltenen Fällen und zwar besonders bei jugendlichen Exemplaren, welche an

1) Vergl. A. F. W. Schimper: Ueber Bau und Lebensweise der Epiphyten West-Indiens. Bot. Centralblatt 1884, Sep.-Abdr. p. 46.

an Moosstengeln, dünnen Luftwurzeln von Epiphyten oder dergl. ist der Thallus in der Mitte befestigt und schliesst rings Ansatzstelle als ein flacher Trichter zusammen. Die natürliche Haltung des Thallus ist bei verticalen Substraten eine solche, dass dem freien Rande schräg nach unten sieht und auf diese Weise eine dem Licht zugewandte Oberseite und eine dem Substrat zugewandte Unterseite zu Stande kommt.

Der äussere Umriss der Scheiben ist im Allgemeinen kreisförmig, doch erscheint der Rand fast immer durch tiefere und tieferen Einschnitte mannigfach gelappt. Bei älteren Thallus schieben sich die einzelnen Lappen durch fortgesetztes Wachsthum oft übereinander und geben dadurch sowie durch weitere Theilung Veranlassung zur Entstehung ganzer Familien, welche grosse Areale des Substrats, bis zu einem Quadratfuss und mehr, einnehmen, und deren Individuen wegen unvollständiger gegenseitiger Trennung noch an zahlreichen Stellen zusammenhängen. Dabei ist es häufig wahr, dass die Grösse übereinandersitzender Thallus von unten nach oben successive abnimmt, eine Erscheinung, die in der Habitus-Abbildung bei Mattiolo¹⁾ richtig wieder gegeben ist.

Eine für den Habitus der Flechte sehr charakteristische Eigenschaft, die sie mit der namensverwandten Alge *Padina pavonia* theilt, besteht in der concentrischen Zonenzeichnung, welche auf beiden Seiten des Thallus hervortritt. Dieselbe rührt nicht, wie Mattiolo will, von erhabenen Wülsten her, die aus der Ebene des Thallus sich erheben, sondern beruht auf der wellenförmig gebogenen Gestalt der Thallusscheiben. Der äusserste Rand des Thallus ist stets etwas nach oben eingerollt, nicht wie Mattiolo abweichend hiervon angiebt, nach unten geschlagen. Auf der Oberseite finden sich endlich noch radiale Einschnitte, welche von den Einschnitten der Thalluslappen aus eine Strecke weit nach innen gehen und in einiger Entfernung vom Rande in eine nach oben gerichtete Spitze ausgezogen sind, sich übrigens in der Tiefe der Einschnitte, von denen sie ausgehen, verhältnissmässig weit nach innen erstrecken. Man kann sich die Entstehung

¹⁾ l. c. tav. VII, fig. 1.

dieser Aufwärtsbuchtungen wie überhaupt den Wachsthumsmodus aus der Flechte vielleicht auf folgende Art veranschaulichen.

An dem in radialer Richtung sich vergrößernden Thallus, dessen Wachsthumscentrum wir uns im Mittelpunkte der kreisförmigen Scheibe zu denken haben, treten anstatt des ursprünglichen eines Wachsthumscentrums deren zwei oder mehrere in grösserer Nähe des Randes auf. Es wird jetzt das radiale Wachsthum in der Weise weiter fortschreiten müssen, dass der Rand die Form mehrerer sich schneidender Kreisbögen annimmt, d. h. dass der ursprünglich einheitliche Thallus sich in mehrere Lappen spaltet. Es erhellt nun aus einer einfachen geometrischen Construction, dass die einzelnen Lappen, wenn sich jeder derselben nach seinem neuen Wachsthumscentrum in allen Durchmessern gleichmässig vergrössert, seitlich aufeinander treffen und von den Kerben aus allmählich mit einander verwachsen müssen und dass sie ferner, da sie einen seitlichen Druck auf einander ausüben, sich wulstförmig an einander aufrichten werden, an dem Punkte der grössten Spannung eine Spitze nach oben ausziehend. Diese Spannungen werden im weiteren Verlauf an vielen Stellen durch Zerreißen der Wülste ausgeglichen, die Segmente schieben sich seitlich übereinander, und durch Wiederholung dieses Vorgangs kommt dann eine der oben geschilderten krausen Thallusgruppen zu Stande.

Das Wachsthum des Thallus ist einerseits ein marginales, ausserdem findet aber auch ein sehr ausgiebiges intercalares Wachsthum statt. Es beweist dies das häufig genug zu beobachtende Vorkommniss, dass ein Thalluslappen, welcher mit einem unter ihm befindlichen in Folge andauernden Contactes in einer Linie nahe dem Rande verwachsen ist, sich bauchig nach aussen wölbt, offenbar eine Folge nachträglich stattgehabten Wachsthums der älteren Theile. Auf ein ungleichmässiges, intercalares Wachsthum von Ober- und Unterseite ist ferner die wellenförmig gebogene Gestalt der Scheibe und somit die Zonenbildung zurückzuführen. Mit den concentrischen Ringen der Fruchtkörper von Polyporus, Telephora und anderen Hutpilzen sind die Zonen von Cora, wie auch die anatomische Struktur zeigt, nicht ohne Weiteres vergleichbar.

Zur Vervollständigung des äusseren Bildes der Thallusscheibe bedarf es endlich noch einer Schilderung der Oberflächenbeschaffenheit,

sowie dieselbe mit blossen Auge wahrnehmbar ist. Ober- und Unterseite des sterilen Thallus erscheinen glatt. Die Farbe wechselt, wie schon O. Swartz (einer der ältesten Autoren, die der Pflanze Erwähnung thun) richtig angiebt, je nachdem der Thallus benetzt oder trocken ist. Im erstgenannten Zustande erscheint die Oberseite glänzend blaugrün, die Unterseite weisslichgrün, im letzteren Fall bewirkt die zwischen die Hyphen eindringende Luft eine gleichmässige Weissfärbung, die nur oben in einer schmalen Zone des Randes (da wo die Gonidien unmittelbar zu Tage liegen) nicht eintritt. Bei trockener Atmosphäre geschieht das Eindringen der Luft binnen wenigen Minuten, umgekehrt erfolgt die Grünfärbung momentan bei Befeuchtung mit einem einzigen Tropfen Wasser. Im stark ausgedörrten Zustande nimmt die Benetzbarkeit der Hyphen stark ab und die Gonidien büssen ihre frische Farbe ein. Es nimmt daher Herbarmaterial beim Befeuchten niemals wieder die natürliche Farbe an.¹⁾

Im Zustande der Fructification bietet nur die Unterseite des Thallus ein von dem sterilen Zustande abweichendes Bild dar. (Vergl. Fig. 2) Die Fructificationsorgane sind nämlich ausschliesslich auf diese Seite beschränkt. Sie bedecken den grössten Theil derselben als theils continuirliche, theils in einzelne Areolen verschiedener Ausdehnung getheilte, häutige Lamellen von weisslicher Farbe. In der Mehrzahl der Fälle ist die Randparthie des Thallus von Hymenien entblösst oder nur spärlich mit kleinen Areolen bestanden. Dagegen stehen auf den hinteren Theilen die Hymenien dichter und zusammenhängender und oft zu concentrischen Reihen von Papillen oder Arcolen angeordnet. Im befeuchteten Zustande schliessen diese Partialhymenien auf grössere Strecken hin zu einheitlichen, nur stellenweise durch schmale Risse und Furchen unterbrochenen Häuten von weicher Consistenz zusammen; bei der Austrocknung trennen sie sich wieder von einander, wobei sich ihr freier Rand etwas nach oben einrollt. Diese letztere Erscheinung (welche zur Speciesliagnose von *Cora pavonia* bisher benutzt worden ist — „papillae

1) Daher auch die einzige farbige Abbildung, welche von *Cora* existirt (Krombholz, Schwämme, Taf. V, Fig. 16) in der Farbe verfehlt ist.

marginatae“) ist also für den normalen Zustand der lebenden Pflanze nicht zutreffend.

Die Vermuthung Mattiolo's, dass das Hymenium im jungen ~~d-~~ lichen Zustande gleichmässig über die ganze Fläche ausgebreitet ~~sei,~~ habe ich nicht bestätigt gefunden. Im Gegentheil beginnt ~~die~~ die Fructification an einzelnen getrennten Punkten, indem zuerst kleine Knötchen oder Papillen sichtbar werden, die immer zahlreicher ~~und~~ dichter auftreten und zu immer grösseren Hymenium-Portionen ~~ver-~~schmelzen.

Dem grünen, lamellos entwickelten Thallus von *Cora*, dessen ~~sen~~ specielle äussere Gestaltung wir in Obigem kennen gelernt haben, ~~ste~~ ~~seht~~ als ein zweiter wesentlicher Bestandtheil der Pflanze ein der grünen ~~nen~~ Färbung entbehrendes, weil ausschliesslich myceliales Gebilde, ~~gege~~ ~~en-~~ über: der Haftkörper der Flechte. Wie andere Laubflechten nämlich ~~ich~~ besitzt auch *Cora* besondere Haftorgane, welche das Laub an ~~der~~ der Ansatzstelle mit dem Substrat befestigen. Sind aber diese zur ~~Be-~~ Be- festigung dienenden Myceltheile bei anderen Flechten auf eine ~~Anzahl~~ Anzahl von Rhizinen oder Hyphenbündeln beschränkt, die in das Substrat ~~dringend~~ eindringend und daselbst verborgen niemals irgend wie beträchtliche oder in die Augen fallende Glieder des Flechtenkörpers darstellen, so sehen wir die entsprechenden Theile von *Cora* oft zu einem ~~Volumen~~ dem Volumen entwickelt, welches die Function derselben als blosser Haft-~~apparate~~ apparate in Frage stellt.

Nicht selten freilich hat es auch bei *Cora* mit der Bildung einer Anzahl von unbedeutenden Hyphenbündeln sein Bewenden, welche von der Insertionskante des Thallus aus die als Substrat dienende ~~Baumrinde~~ Baumrinde locker und oberflächlich eine Strecke weit überziehen oder in vorhandene Spalten der Rinde eindringen. Es trifft dieses Verhalten aber nur für solche Exemplare zu, deren Substrate relativ uneben und rissig und daher zum Festhalten von Feuchtigkeit ~~besonders~~ besonders geeignet sind. An relativ glatten und daher trockneren Rinden bilden sich dagegen die Rhizinenbündel viel üppiger ~~und~~ reichlicher aus; ja sie treten hier zu einem voluminösen Körper ~~von~~ badeschwammartiger Beschaffenheit zusammen, welcher das Substrat in einer mächtigen Lage bedeckend den grünen Thallusscheib ~~an~~ gleichsam als Unterlage dient. Mit den letzteren ist jener Körper

nerseits an den Insertionskanten, andererseits an zerstreuten Stellen der Unterseite verwachsen, besonders an den oben geschilderten radialen Wülsten, von denen aus Reihen von Hyphenbündeln nach unten wachsend mit dem Haftkörper verschmelzen. Der Haftkörper hat gewöhnlich die Gestalt eines keilförmigen, oft mehrere Centimeter hohen Kissens, welches dem schräg nach unten stehenden Subthallus so untergeschoben ist, dass es den Raum zwischen diesem und dem senkrechten Substrat bis zu gewisser Entfernung von der Insertionskante ausfüllt. (Siehe Fig. 2, in welcher der obere Lappen zurückgebogen dargestellt ist, so dass man das spongiöse Polster von der freien Fläche sieht.) Innerhalb einer Thallusfamilie hängen die Haftkörper sämtlicher Individuen durch die spongiöse Schicht, welche das Substrat überzieht, innig mit einander zusammen; es lässt sich daher eine solche Gruppe auf das leichteste durch Ablösung jener Haut als Ganzes von dem Substrat abtrennen.

Das ganze in Rede stehende Gebilde hat, falls es nicht mit allerhand fremden Organismen (Algen etc.) bekleidet ist, die sich oft reichlich darauf ansiedeln, eine weissliche oder graue Farbe und zeigt schon bei Betrachtung mit blossen Auge eine lacunöse, badeschwammartige Beschaffenheit. Dieselbe giebt sich ferner bei Berieselung mit Wasser in auffälligster Weise dadurch kund, dass grosse Mengen von Flüssigkeit auf das begierigste eingesogen und bei dem geringsten Druck wie von einem Badeschwamm wieder abgegeben werden. Es weist diese Eigenschaft des Gebildes sowie seine besonders üppige Entwicklung bei Exemplaren relativ trockener Standorte mit Deutlichkeit darauf hin, dass es die Bedeutung eines wasserspeichernden Organes hat. Eines solchen Organes ist die Pflanze auch mit Rücksicht auf den lockeren Bau des Thallus und den gänzlichen Mangel einer festen, die Austrocknung erschwerenden Rinde (siehe unten) besonders bedürftig.

Dass das in dem Schwammpolster aufgespeicherte Wasser dem grünen Thallus in der That zu Gute kommt, kann man leicht durch einen einfachen Versuch feststellen: Zwei gleich grosse Exemplare von *Cora* werden von dem Substrat abgelöst und, nachdem das eine derselben seines Schwammkörpers beraubt worden ist, durch Eintauchen in Wasser ganz mit Flüssigkeit getränkt und dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt. Man bemerkt, dass die ihres spongiösen

Apparates beraubte Pflanze binnen kürzester Zeit austrocknet (wofür die eintretende Weissfärbung ein deutliches Symptom ist), währe und das andere Exemplar eine acht- bis zehnmal so lange Frist ohne Verlust seiner glänzend-grünen Farbe und seiner weichen, saftigen Consistenz die Besonnung aushält.

Wir haben somit bei Cora ein Gebilde kennen gelernt, welches neben seiner Bedeutung als Haftorgan, die es mit den Rhizomen anderer Flechten gemein hat, noch die Function eines Wasserreservoirs erfüllt, eines Organes also, wie es in der Abtheilung der Lichenen bisher einzig dasteht.

Wenden wir uns nun zur anatomischen Struktur der Pflanze und betrachten zunächst den Bau einer sterilen Thallusscheibe. Mattiolo unterscheidet an dem „vegetativen (gonidialen)“ Theil des Thallus drei Schichten, ein stratum superius, die Hyphenschicht der Oberseite, ein stratum gonidiale, die die Gonidien enthaltende Schicht, und ein stratum „intermedium“, welches ihm nur als Uebergangsschicht zu dem „reproductiven“ Theil erschien. Da ihm nämlich nur solche Thallusscheiben vorlagen, die mit Hymenien ganz bedeckt waren, musste er zu der Ansicht geführt werden (die er zwar nicht ausdrücklich aussprach), der ganze Thallus von Cora habe als ein ähnliches Gebilde wie der Fruchtkörper eines Hutpilzes überhaupt keine sterilen Zustände. Das Letztere trifft indessen keineswegs zu, vielmehr schliesst das stratum „intermedium“, welches besser stratum inferius hiesse, den sterilen Thallus als Oberflächenschicht auf der Unterseite ab.

Den anatomischen Bau der drei Schichten des Thallus zeigt der in Fig. 6, Taf. XVIII, dargestellte Querschnitt einer mittelgrossen Scheibe. Eine gewebeartige Verbindung der Elemente gewahren wir nur in der Gonidialschicht (b), die obere (a) und die untere (c) oberflächliche Schicht sind aus locker verflochtenen Hyphen, welche ansehnliche Lufträume zwischen sich lassen, zusammengesetzt.

Von den beiden letzteren Schichten überwiegt an Mächtigkeit die der Oberseite ein wenig, dagegen wird sie von der unteren in der Dichtigkeit der Hyphenverflechtung erheblich übertroffen. Doch schliessen an keiner von beiden Seiten die Hyphen wie bei den echten Laubflechten zu einer pseudoparenchymatischen, festen Rinde

zusammen. Verzweigungen von Hyphen finden sich in beiden Schichten, wenn auch in der unteren etwas reichlicher als oben. Die obere Schicht zeichnet sich ferner durch den vergleichsweise regelmässigen Verlauf der Hyphen aus; dieselben laufen annähernd mit einander parallel und senkrecht zur Oberfläche, grosse longitudinale Lufträume zwischen sich lassend; nur an der äussersten Oberfläche legen sie sich mehr in die Richtung der Fläche und bilden, sich reichlicher verzweigend, eine etwas dichtere, das lacunöse Innere des Thallus einigermaassen abschliessende Decke. Die Verzweigungen der Hyphen setzen in ziemlich stumpfem Winkel an den Mutterast an. Verschmelzungen und Fusionen auf einander treffender Aeste sind häufige Erscheinungen. An der Oberfläche des stratum inferius gewahren wir ferner eine sehr auffallende Ausbildung der dort zu Tage tretenden Hyphenäste, die wir an der Oberseite gänzlich vermissen. Jene Aeste sind nämlich mit sonderbaren, knorrigen Auszweigungen und kleinen, stäbchen- oder knopfförmigen Endigungen versehen von der Art, wie sie in Fig. 7 stärker vergrössert dargestellt sind.

Die Gonidienzone (b) ist die dichteste Schicht des Thallus und die einzige, in welcher die Hyphen sich zu einer Art Pseudoparenchym vereinigen. (Bei Mattirollo, Fig. 2, ist die Schicht zu locker und mit zu vielen Lufträumen dargestellt.) Nur an der Grenze gegen die beiden oberflächlichen Schichten ragen die Lufträume mehr oder minder tief zwischen die Elemente der Gonidien-schicht hinein, und man sieht hier deutlich, dass die Hyphen jener Schichten von den netzförmigen Gespinnsten, die die Gonidien-gruppen umgeben, mit erbreiterten Basen entspringen. Die sehr eleganten Gonidien sind lebhaft blaugefärbte Chroococcus-Zellen von verschiedener Grösse und sehr wechselnder Gestalt, welche sich durch Allwärtstheilung vermehren, sich durch gegenseitigen Druck polygonal abplatten und in grösseren oder kleineren Gruppen an einander liegen bleiben, bis sie durch die dazwischen eindringenden Elemente des Pilzes zertheilt werden. Die Umspinnung durch die Pilz-hyphen ist eine ausserordentlich innige; die Gonidiengruppen werden von einem dicht zusammenschliessenden und unregelmässig verflochtenen Netzwerk von Hyphengewebe umstrickt. (Siehe Taf. XIX, Fig. 14, woselbst die Gonidienzellen fortgelassen sind, um die Pilzumstrickung deutlich hervortreten zu lassen.) Eine leichte

dass sie sich mittelst eines weichen Haarpinsels auf das leichteste **ablösen** lassen, und es ist kaum zu bezweifeln, dass auch in der **Natur** (sei es spontan oder durch Regentropfen u. dergl.) eine solche **Ablösung** erfolgt. Leider waren die angestellten Versuche, solche „Soredien“ zu cultiviren und ihre Entwicklung zu studiren, nicht **von Erfolg** gekrönt, vermuthlich, weil den einseitigen Lebensbedingungen der Pflanze bei den Versuchen nicht entsprochen werden konnte. Was die Dimensionen der Thalluselemente anbetrifft, so **beträgt** die Dicke der Hyphen durchschnittlich $4\ \mu$, der Durchmesser der Gonidien überschreitet kaum $10\ \mu$ und ist meist geringer; der Durchmesser der Gonidiengruppen schwankt zwischen 20 und $30\ \mu$.

Um auch auf die Entwicklungsgeschichte des Thallus in Kürze **einzugehen**, so seien hier einige Beobachtungen an successiven **Stadien**, welche in der Natur sich vorfanden, zum Ersatz für die **synthetischen** Versuche angeführt, deren Ausführung in Dominica aus **mehreren** Gründen unthunlich war. Die kleinsten und jüngsten **Thalli**, welche ich auffinden konnte, wuchsen gewöhnlich in grösseren **Gruppen** (aber von einander isolirt) auf Borkenstücken, epiphytischen **Moosen** u. dergl. Der kleinste gefundene Thallus hatte etwa $\frac{1}{2}$ mm **im** Durchmesser und besass noch nicht die für spätere Zustände **charakteristische** Einrollung des Randes. Er sass aber bereits **einseitig** am Substrat fest und hatte dort eine Anzahl Rhizinen **gebildet**, die unregelmässig durch einander laufend und schon häufig **mit** einander Fusionen bildend sich locker einer kleinen Epiphyten-**wurzel** anschmiegen. Die Gestalt des Thallus war die einer kleinen, **rundlichen** Scheibe; am freien Rande war dieselbe durch vorspringende Gonidiengruppen unregelmässig eingebuchtet. Die Gonidien **lagen** bereits in grösseren Gruppen nach der Weise ihrer Entstehung **zusammen**, waren ganz dicht von Hyphengewebe umspinnen und **oben** und unten von einer Schicht unregelmässig durcheinander **laufender** Hyphen bedeckt. Ober- und Unterseite waren schon **deutlich** differenzirt; die Hyphenschicht der Unterseite war erheblich **dichter** gebaut als die der Oberseite und reichte bis zum äussersten **Rande**, während auf der Oberseite die Gonidien mit ihren Hyphen-**hüllen** in einer peripherischen Zone frei zu Tage lagen.

Das nächste Stadium zeigte den freien Rand nach oben **eingerollt**, was offenbar durch das stärkere Wachsthum der **randständigen**

Hyphen der Unterseite im Vergleich zur Gonidienschicht veranlass~~t~~ wird. Die Grenzlinie der oberen Hyphen ist ziemlich scharf mar-
kirt, so dass eine durch ihre lebhaftere Grünfärbung deutlich abge-
setzte Zone hinter der Einrollung sichtbar bleibt. Die Endigungen~~n~~
der oberen Hyphen sind im Allgemeinen radial gestellt, doch locker~~n~~
verbunden und ohne weitgehende Regelmässigkeit der Richtung.

Von diesem Stadium an treten bis zur Fructification keine~~n~~
wesentlichen Veränderungen mehr an dem Thallus auf, er nimmt in~~n~~
unveränderter Weise an Grösse zu, segmentirt sich später in den~~n~~
schon oben geschilderten Art in einzelne Lappen und bildet ent-
sprechend den Verhältnissen seines Standorts den Haftkörper aus.

Ueber den Bau des spongiös entwickelten Haftkörpers ist wenig
zu berichten. Eine grosse Anzahl von Hyphenbündeln laufen im
Allgemeinen parallel mit einander und senkrecht zu der freien Basis
des keilförmigen Kissens, welches sie bilden. Sich mannigfach spal-
tend und wieder vereinigend, bauen diese geschlängelten Hyphen-
bündel ein badeschwammartiges Gebilde mit grossen Hohlräumen
auf, welches, wie wir sahen, zum Aufsaugen von Wasser in hervor-
ragender Weise geeignet ist. Die Hyphen unterscheiden sich nicht
wesentlich von denen des grünen Thallus; Verzweigungen sind im Haft-
körper etwas spärlicher vorhanden als anderswo, doch sind sie, wie
auch die H-förmigen Fusionen, häufig genug anzutreffen. (S. Fig. 15,
Taf. XIX.) Mit dem Haftkörper vereinigen sich gewöhnlich zahlreiche
Rhizinen, die von der Unterseite der radialen Wülste des Thallus
entspringen und den Hyphen des Schwammkörpers gleichgestaltet sind.

Zu den geschilderten vegetativen Theilen des Thallus kommt
im Zustande der Fructification das Hymenium mit der subhymenialen
Schicht hinzu. Das Hymenium besteht nach Mattiolo aus zur
Thallusfläche senkrecht gestellten, parallelen Hyphenenden, den Ba-
sidien, die ein einziges niedriges Sterigma mit einer einzigen Spore
tragen. Die Sporen, welche Mattiolo reichlich in ausgereiftem
Zustand auf dem Hymenium vorfand, waren braun, 3—4 μ dick
und von einer höckerigen Exine wie die Sporen einiger Telephora-Arten
umgeben. Zwischen den Basidien zerstreute, durch etwas verdickte
Membran ausgezeichnete Hyphenenden schienen die Stelle der Para-
physen einzunehmen.

Den fertigen Zustand des fructificirenden Thallus zeigt der in unserer Fig. 8, Taf. XVIII, schematisch dargestellte Querschnitt. Auf der oberflächlichen Schicht der Unterseite, mit welcher der sterile Thallus abschloss, erhebt sich jetzt eine aus pyramidenförmigen Papillen aufgebaute Hyphenschicht. Die einzelnen Papillen, welche an einem guten Querschnitt schon bei Betrachtung mit blossem Auge sichtbar sind, gehen mit ihren Spitzen in die untere Rindenschicht über, während ihre Basen zu einer die freie Ebene des Hymeniums darstellenden Fläche zusammenschliessen.

Bei stärkerer Vergrösserung zeigt sich eine solche Papille aufgebaut aus einer Gruppe von Hyphen, welche sich nach der Richtung der freien Fläche hin büschelförmig verästeln und so eine Garbe auseinanderspreizender Fäden bilden. Die Auszweigungen der Fäden greifen mannigfach in einander und schliessen nach der Hymenialfläche zu immer enger zu einer ebenen, geschlossenen Schicht zusammen. Dabei richten sich die seitlich gelegenen Aeste der Papille in zum Thallus senkrechter Richtung auf, so dass sie mit den mittleren Hyphen in parallele Lage kommen. Die Art der Verzweigung ist aus Fig. 10 ersichtlich, welche eine einzelne, durch Zerren mit der Nadel isolirte Hyphe mit ihren zahlreichen Auszweigungen darstellt. Aus der Figur ist auch erkennbar, dass die Scheidewände nach dem Hymenium zu immer zahlreicher werden und schliesslich in ziemlich regelmässigen Abständen auf einander folgen. Die letzten Glieder der Zweige liegen alle annähernd in derselben Ebene und setzen so das Hymenium zusammen.

Die Entwicklungsgeschichte der Papillen zeigt einen Verlauf, wie er schon aus dem morphologischen Bau mit Wahrscheinlichkeit hervorgeht. An getrennten Punkten der sterilen Fläche des Thallus sieht man zahlreiche, kleine Gruppen von Hyphenästen aus der Rindenschicht hervortreten, sich allmählich stärker verästeln und schliesslich büschelförmige Endigungen bilden, die sich in senkrechter paralleler Lage neben einander anordnen. (Vergl. Fig. 8a, welche eine jugendliche Papille darstellt. In diesem Zustande sind die Papillen als knöpfchenartige Erhebung mit blossem Auge wahrnehmbar.) Haben die Papillen eine gewisse Höhe erreicht, wobei ihre seitliche Breite durch Einschiebung neuer Hyphenäste ebenfalls gewachsen ist, so stossen sie seitlich aneinander und ihre freien Flächen

nehmen durch gegenseitigen Druck eine polygonale Gestalt an. Ein vollständiges Verschmelzen der Ränder findet nicht statt, so dass die Contactlinien als eine äusserlich sichtbare Felderung des Hymeniums bestehen bleiben. In vielen Fällen sind die Papillen nicht zahlreich genug und nicht in hinreichend regelmässiger Vertheilung vorhanden, um eine allseitig geschlossene Schicht zu bilden, und es bleiben dann die oben geschilderten unregelmässigen Risse und Lücken zwischen den Hymeniumportionen zurück. Das Auseinanderklaffen der letzteren bei eintretender Austrocknung findet immer an den Grenzen von Papillen statt.

Es ist übrigens zu bemerken, dass in der Breite der Papillen und ihrer annähernd pyramidenförmigen Gestalt keineswegs eine grosse Regelmässigkeit erkennbar ist, und dass es auch Fälle giebt, wo die fructificirenden Hyphenbündel so dicht neben einander aus dem vegetativen Thallus hervortreten, dass ein beinahe zusammenhängendes, nicht papillös differenzirtes Hymenium zu Stande kommt.

Eine sehr auffallende, aber häufig genug zu beobachtende Abweichung in dem Bau des Hymeniums bedarf noch der Erwähnung. Es kommt nämlich vor, dass einige der keulenförmigen Endigungen der Basidienschicht sich unter erneutem Spitzenwachsthum aus der Ebene der übrigen erheben, sich von Neuem büschelförmig verästeln und seitlich ausbreiten und auf diese Weise über dem Niveau einer anscheinend fertigen Basidienschicht ein zweites Hymenium aufbauen, welches mit dem ersten in ähnlicher Weise wie dieses mit dem vegetativen Thallus verbunden ist. Doch wird in diesem zweiten Hymenium gewöhnlich eine Regelmässigkeit in der Anordnung und dem Zusammenhang der Theile vermisst. Derselbe Vorgang der Ueberwachsung kann sich, wie ich öfters beobachtet habe, noch zum zweiten Male wiederholen und auf diese Weise zur Bildung einer dritten Hymeniumschicht führen.

Von den das Hymenium zusammensetzenden Endgliedern der Hyphenzweige wird nur ein ausserordentlich geringer Theil zu sporentragenden Basidien, die überwiegende Mehrzahl bleibt steril und fungirt als Paraphysen. Ja, die Basidien waren an dem untersuchten Material so spärlich zwischen den Paraphysen zerstreut, dass es lange Zeit überhaupt nicht gelang, auch nur ein einziges, mit

Sterigmen versehenes Basidium aufzufinden. Freilich trug auch die Trockenheit des Klimas während der ersten Zeit der Untersuchung (im April und Mai) zur Verlangsamung der Wachsthumsvorgänge und damit vermuthlich auch zur Verminderung der Zahl gleichzeitig sporenbildender Basidien bei; nach Eintritt der Regenzeit im Juni war bei langem Suchen wenigstens eine geringe Anzahl von Basidien mit Sterigmen aufzufinden. Auch ist der Umstand in Betracht zu ziehen, dass das Hymenium von Cora eine sehr lange Wachsthum- und Lebensdauer hat, indem es an dem Thallus bis zu dessen Tode erhalten bleibt, und dass sich mithin die Sporenbildung der Basidien auf einen sehr langen Zeitraum vertheilt. Indessen weist doch die Thatsache, dass auch sterigmenführende Basidien, deren Sporen abgefallen waren, sich nur sehr selten auffinden liessen, auf die geringe Anzahl der überhaupt vorhandenen, fertilen Basidien hin. Gegen das Ende der nassen Jahreszeit ist vielleicht die Sporenanzahl eine etwas grössere.

Die aufgefundenen, mit Sterigmen versehenen Basidien unterschieden sich von den Paraphysen durchgreifend weder in Gestalt noch Grösse. Sie führten aber stets ein viel körnigeres Plasma als die sterilen Hyphenendigungen. Die Zahl der Sterigmen war durchgehends vier, ihre Gestalt und Entstehungsweise ebenfalls durchaus die der typischen Hymenomyceten. Es geht dies ohne Weiteres aus der in Fig. 11, a – g, dargestellten Entwicklungsreihe hervor, welche mit den Befunden an den meisten echten Hymenomyceten, speciell mit denen de Bary's an *Corticium amorphum*¹⁾, bis ins Detail übereinstimmt. Eine genauere Beschreibung der Sporenentwicklung von Cora kann daher füglich unterbleiben. Basidien mit einem einzigen Sterigma und einer einzigen Spore, wie sie Mattiolo gefunden zu haben glaubte, habe ich niemals beobachten können, und ich bin geneigt, diese Angabe auf eine Verwechselung von Basidien mit eigenartig gestalteten Paraphysenendigungen zurückzuführen. Es kommen nämlich in der Basidienschicht nicht selten Endigungen vor, welche kurz unter dem Scheitel ringförmig eingeschnürt sind und so den Schein einsporiger Basidien hervorrufen können (siehe Fig. 13). Die grosse Seltenheit der fertilen Basidien an dem unter-

1) Hofmeister's Handbuch II. 1. p. 114.

suchten Material sowie die ausserordentliche Zerbrechlichkeit der Sterigmen hatte leider auch zur Folge, dass es mir trotz langwierigen Suchens nicht gelang, ausgereifte Sporen in Verbindung mit den Basidien anzutreffen. Die constant auf den Hymenien zu findenden reifen Sporen, welche ich mit grösster Wahrscheinlichkeit als zu Cora gehörig glaubte aussprechen zu können, hatten die in Fig. 12 wiedergegebene Gestalt und Farbe. Ihr Durchmesser betrug etwa 6 μ .

B. Die Gattung *Rhipidonema* Mattiolo.

Nachdem es gelungen war, in der Gattung Cora den Vertreter einer neuen Lichenengruppe zu erkennen, die der Gesamtheit der bisher gekannten Flechten als systematisch ebenbürtig zu coordiniren ist, lag die Vermuthung nahe, es möchten an ähnlichen Standorten in den Tropen noch andere Gattungen existiren, die bisher, sei es unbekannt oder in ihrer systematischen Zugehörigkeit unerforscht bei der Untersuchung sich als Basidiomyceten-Flechten zu erkennen geben würden.

In der That ist es Mattiolo geglückt, aus den Herbarien noch eine zweite hierher gehörige Form an's Licht zu ziehen, die er mit dem Gattungsnamen *Rhipidonema* belegt und welche schon von Krempelhuber für eine mit Cora verwandte Flechte gehalten worden war. Ich hatte leider nicht Gelegenheit, diese in den Sammlungen noch sehr seltene Pflanze, deren Vaterland Borneo ist, selbst zu untersuchen, bin hingegen in der Lage, über eine vielleicht derselben Gattung zuzutheilende Form aus West-Indien: das *Dictyonema sericeum* der Algologen, Einiges nach eigenen Beobachtungen mitzutheilen. Der Vollständigkeit halber sei es gestattet, auch die von Mattiolo untersuchte Art in aller Kürze zu besprechen.

Rhipidonema ligulatum Mattiolo.

(*Cora ligulata* Krempelhuber.)

Nach der Species-Beschreibung von Krempelhuber¹⁾ besitzt diese Form einen häutigen bis lederartigen Thallus von kreis- oder

1) Nuovo giornale botanico italiano, 1875. p. 15. Dort auch eine Habitus-Abbildung der Pflanze.

hrenförmiger Gestalt und 3—7 cm ¹⁾ Dicke, welcher in annähernd horizontaler Richtung zunächst als einfache Scheibe einem Baume ansitzt, sich aber später verlängert und das Substrat überhend sich in zungenförmigen Auswüchsen längs des Zweiges ausstreckt. Die obere Fläche der Scheiben hat eine matt-braungelbe Farbe und ist gewöhnlich etwas radial gestreift, wohl auch durch deutliche Zonen concentrisch gezeichnet. Die Unterseite ist nach Mattiolo bis auf einen schmalen Rand an der Peripherie mit einem weichen, gallertartigen Hymenium bekleidet, welche wie bei der Pilzgattung *Corticium* durch schwache Furchen gefeldert erscheint.

Von dem anatomischen Bau erwähnt Krempelhuber, dass die Thallusscheiben aus einem dichten Geflecht zarter, grüner Fäden aufgebaut seien und dass ein aus farblosen, verzweigten Fäden (Hyphen) bestehendes „Mark“ vorhanden sei. Mattiolo giebt von einem blaugrünen Fäden, den Gonidien, an, dass sie unregelmässig im Thallus zerstreut lägen, sich jedoch in grösserer Anzahl in der Nähe der oberen Fläche fänden, eine Vertheilung, auf der die verschiedene Färbung beider Seiten beruhe. Diese Gonidien gehören der Gattung *Strytonema* an; die lebhaft blaugrün gefärbten, von runden Heterocysten unterbrochenen Fäden der Alge sind vollständig von den längsverlaufenden Hyphen in einer geschlossenen Scheide umspunnen. Die Hyphen des Thallus zeigen häufige Schnallenellen.

Das Hymenium ist nach Mattiolo abweichend von *Cora* aus dicker verflochtenen und reichlich verzweigten Hyphen aufgebaut, welche wahrscheinlich ähnlich wie bei der *Telephoreen*-Gattung *Lypochnus* die Basidien als letzte Auszweigungen an der freien Fläche tragen. Sterigmen konnten nicht mit Sicherheit aufgefunden werden. Die reifen Sporen, welche sich reichlich auf der Oberfläche des Hymeniums vorfanden, hatten einen analogen Bau wie die von *Cora*. Da eine genauere Feststellung des Baues und der Entwicklungsgeschichte des Hymeniums war das untersuchte Material untauglich, da Mattiolo nur ein einziges, ausgereiftes Exemplar der Flechte zur Verfügung stand.

1) Soll wohl 3—7 mm heissen.

C. Die Gattung *Dictyonema* Agardh.*Dictyonema sericeum* Montagne.(*Dichonema sericeum* Fries.)

Ueber die vegetativen Theile dieser Pflanze besitzen wir bereits einige auf genauerer Untersuchung beruhende Angaben von Bornet¹⁾, welcher zum ersten Male die im Thallus vorhandenen Scytonemfäden als Gonidien erkannte und ihre eigenartige Hyphenumstrickung richtig beschrieb und abbildete. Die Fruktifikationsorgane scheinen noch niemals zum Gegenstand mikroskopischer Untersuchung gemacht worden sein, obwohl fertile Exemplare in den Herbarien, beispielsweise in Kew, vertreten sind.

Bornet giebt an, dass der Thallus in zwei verschiedenen Formen vorkomme, die sich durch Habitus und Wachstumsweise voneinander unterscheiden. Bald nämlich sei der Thallus in Gestalt kreisförmiger Scheiben entwickelt, die aus zahlreichen, strahlig geordnete Fasern von schmutzig weisser Farbe aufgebaut seien, zwischen denen die blaugrünen Gonidienfäden parallel verliefen, bald sei er unregelmässig über Moose ausgebreitet und aus aufrechten Stämmchen ähnlich denen der Oscillarieen-Gattung *Symploca* rasenförmig zusammengesetzt.

Beide dieser Formen habe ich auf Dominica untersuchen können, sie erwiesen sich aber als selbständige Arten, von denen nur die eine, nämlich die lamellös entwickelte, in die Gattung *Dictyonema* gesetzt werden kann. Von dieser Art habe ich zwar nur sehr spärliches und mit Ausnahme eines einzigen Exemplars nur steriles Material zur Verfügung gehabt. (Die Pflanze ist auf Dominica ausserordentlich selten und begegnete mir trotz sorgfältigen Suchens nur zweimal in der Nähe von Laudat, wo sie an Baumstämmen im Walde wuchs.) Doch liess sich an dem disponiblen Material Folgendes mit Sicherheit ermitteln.

Wie bei *Cora pavonia* und *Rhipidonema ligulatum* besteht der Thallus aus halbkreis- bis nierenförmigen Scheiben, welche einer

1) Recherches sur les gonidies des Lichens. Ann. des sciences nat., V. sér., tom. XVII, p. 37 und tab. 12.

mrinde einseitig angewachsen oder einen dünnen Zweig um-
end eine schräg nach unten gerichtete Stellung haben. (Siehe die
itus-Abbildung Taf. XVII, Fig. 4.) Die Scheiben sind beträchtlich
er als bei der vorhergehenden Art, indem sie nur etwa 2—3 mm
sind. Theilungen des Thallus kommen vor, und zwar waren
den beobachteten Fällen wie bei Cora mehrere über einander
ende und nach oben successive an Grösse abnehmende Stücke
anden. Eine Einrollung des Randes ist nicht zu beobachten,
gegen erscheint derselbe in eine grosse Anzahl feiner Zipfel und
zen fransenartig zertheilt. Die Farbe der Oberseite ist ein tiefes
mattes Blaugrün, die der Unterseite ein unscheinbares Grau;
gefranzte Rand dagegen zeigt eine elegante, weisslich-grüne Fär-
g, wodurch ein sehr hervorstechender Habitus-Charakter der
unze gegeben ist. Die Oberfläche ist auch für die Betrachtung
blossem Auge nirgends eine glatte, wie bei Cora, sondern durch
te Rippen und Leisten, welche einen vorwiegend radialen Verlauf
en, fein gezeichnet.

Das Hymenium findet sich, wie bei den erstbeschriebenen Pflanzen,
der Unterseite. Bei dem einzigen damit behafteten Exemplar
Dominica war nur ein kleiner Theil der Thallus-Fläche damit
tanden; doch habe ich in Kew Exemplare mit weit ausgedehnteren,
ganze Unterseite bis auf eine schmale Randzone bekleidenden
menium gesehen. Bei zwei anderen Exemplaren des Herbariums in
w, die aber vielleicht einer anderen Art angehören, ist das Hymenium
ht in Gestalt einer zusammenhängenden Haut entwickelt, sondern
lt einzelne, tellerförmige Arcolen dar, die auf den ripponförmigen
sprüngen der Unterseite in Längsreihen angeordnet erscheinen.
Beschaffenheit des Hymeniums war bei dem frisch untersuchten
emplar weich und schmiegsam, eine Anzahl unregelmässiger Risse
l Furchen gaben dem Gebilde ein gefeldertes Aussehen. Die Farbe
r weisslich bis grau.

Was nun die innere Structur des Thallus betrifft, so weist
on der äussere Anblick derselbe auf eine sehr lockere, spinnweb-
ige oder schwammige Beschaffenheit hin, und beim Befeuchten
t Wasser zeigt sich in der That eine solche in derselben Weise
e bei dem spongiösen Haftkörper von Cora.

Eine schwache Vergrösserung des im Ganzen unter das Mikroskop

mit Einschluss der Umspinnung durchschnittlich $22\ \mu$, ohne dieselbe $14\ \mu$.

Die in der Längsrichtung des Fadens verlaufenden Hyphen hängen sich ihrer ganzen Länge nach demselben aufs innigste an und verwachsen seitlich unter einander zu einer einschichtigen Hülle, welche den Algenfaden wie eine Epidermis dicht umgiebt. Die Ähnlichkeit dieser Umhüllung mit einer Epidermis wird dadurch noch grösser, dass die gemeinschaftlichen Längswandungen der Hyphen regelmässig gewellt sind und dass die Querwände in regelmässigen Abständen auf einander folgen. Alle Wände, auch die durch Verwachsung von je zweien gebildeten Längswände des Netzes sind äusserst zart und dünn, dünner als die Wände der freien ballus-Hyphen. Selbst die Spitzen der Gonidienfäden sind von dem Hyphengewebe lückenlos überzogen, und nirgends tritt die Individualität der einzelnen Hyphen hervor. (Siehe Fig. 26, Taf. XX,

welcher der Deutlichkeit halber der Algenfaden weggelassen ist.) Optische Querschnitte, wie sie Fig. 24 u. 25 darstellen, zeigen, dass es oft bis neun Hyphen sind, welche die Umspinnung liefern. Diese Zahlen scheinen für alle Fälle constant zu sein. Der Inhalt der Umspinnungshyphen ist ein Protoplasma von hyalinerer Beschaffenheit als das der freien Hyphen, erst mit Jod ist es deutlich sichtbar zu machen, indem es damit eine goldgelbe Farbe annimmt.

Da die Hyphenumspinnung als fester, lückenloser Ueberzug das Gonidium allseitig umgiebt, muss das Wachsthum der Alge mit dem des Pilzes genau gleichen Schritt halten. Diese Harmonie des Wachstums macht sich besonders beim Eintritt einer Verzweigung des Gonidiums bemerklich. Wie bei den freilebenden Formen der Gattung *Hytonema* findet nämlich auch bei den als Gonidien fungirenden eine „falsche“ Astbildung dadurch statt, dass sich an einer Grenzstelle, zuweilen auch einem blaugrünen Fadenglied die beiderseitigen Theile des Fadens an einander vorbeischieben, so zwar, dass entweder nur das eine Fadenstück einen Ast liefert oder dass beide Stücke sich gleichsam aneinander aufrichten. Häufig oder meistens betrifft die Astbildung mehrere nahe aneinander liegende Stellen desselben Mutterfadens, und nicht selten sind es dann zwei Paare von Aesten, die dicht neben einander aus dem Mutterfaden sich erheben. Die Pilzumspinnung verhält sich nun so, dass dieselbe

alsbald bei der Erhebung des oder der Zweige des Algenfadens sich über der Auszweigung mit hervorwölbt und, wenn ein Astpaar sich erhebt, dieses mit einer gemeinschaftlichen Kapuze überkleidet. Eine solche Kapuze spaltet sich erst eine Strecke weit über der Verzweigungsstelle, so dass jeder der beiden Tochterfäden wieder eine besondere Umspinnung erhält und von seinem Schwesterfaden isolirt ist. Uebrigens ist die Isolirung meistens nur eine innerliche, äusserlich verharren die Fäden in der Regel in derselben Wachstumsrichtung und verlängern sich dicht aneinander haftend in parallelen Linien. Einen Fall, wo der eine Faden eine andere Wachstumsrichtung eingeschlagen hat (vermuthlich, um bald einen neuen Astbüschel zu bilden, der sich den übrigen in seiner Wachstumsrichtung anschliesst) findet man in Fig. 27, Taf. XX, abgebildet.

Durch die Astbildung wird die im Allgemeinen radiale Richtung der Gonidienbündel nicht erheblich gestört, da meistens nur die unregelmässig liegenden Fäden sich verzweigen und die gebildeten Tochteräste alsbald wieder in geschlängeltem Verlauf nach der Peripherie streben. Immerhin ist durch die zahlreichen Ausnahmen von der Regel die Lagerung der Gonidien in älteren Thallustheilen eine ziemlich zerstreute.

Der Zusammenhang der Gonidienumspinnung mit den Hyphen des Thallus findet an wenigen, unbestimmten Stellen statt. In den meisten Fällen dürften die freien Hyphen nur die secundären, von den Gonidialhyphen abstammenden Bildungen sein. Es findet nämlich, wie man aus winzigen Thallusanfängen, die man zuweilen beobachtet, schliessen kann, eine Vermehrung der Flechte durch Soredien statt, dergestalt, dass ein Scytonemafaden mit seiner Scheide von Pilzhypen sich aus dem Verbande des Thallus ablöst. Ein solches Soredium keimt, indem einzelne Zellen der Hyphenumstrickung auswachsen und sich verzweigen.

Die synthetische Vereinigung der beiden Thalluselemente habe ich bei dieser auf Dominica seltenen Spezies nicht beobachten können. Dagegen gelang es, von der unten zu beschreibenden Flechte, deren Gonidien sich bis ins Detail denen von *Dictyonema sericeum* analog verhalten, kleine synthetische Thallusanfänge aufzufinden, an denen sich Folgendes beobachten liess. Die cylindrische Schleimhülle, welche den Faden des frei lebenden *Scytonema*

Die Thallusblätter sind in der Regel sehr klein und stehen in dichten, kugelförmigen Büscheln.

Die Blätter sind sehr dünn und haben eine glatte Oberfläche. Die Venen sind sehr fein und stehen in einem netzartigen Muster. Die Blätter sind sehr empfindlich und zerbrechen leicht.

Die Blätter sind sehr klein und stehen in dichten, kugelförmigen Büscheln. Die Blätter sind sehr dünn und haben eine glatte Oberfläche. Die Venen sind sehr fein und stehen in einem netzartigen Muster. Die Blätter sind sehr empfindlich und zerbrechen leicht.

Die Blätter sind sehr klein und stehen in dichten, kugelförmigen Büscheln. Die Blätter sind sehr dünn und haben eine glatte Oberfläche. Die Venen sind sehr fein und stehen in einem netzartigen Muster. Die Blätter sind sehr empfindlich und zerbrechen leicht.

Die Blätter des Thallus

Die Blätter des Thallus

Die Blätter des Thallus sind sehr klein und stehen in dichten, kugelförmigen Büscheln. Die Blätter sind sehr dünn und haben eine glatte Oberfläche. Die Venen sind sehr fein und stehen in einem netzartigen Muster. Die Blätter sind sehr empfindlich und zerbrechen leicht.

Die Blätter des Thallus sind sehr klein und stehen in dichten, kugelförmigen Büscheln. Die Blätter sind sehr dünn und haben eine glatte Oberfläche. Die Venen sind sehr fein und stehen in einem netzartigen Muster. Die Blätter sind sehr empfindlich und zerbrechen leicht.

laxum), die durch den rasenförmigen Wuchs und die damit zusammenhängende lockere Thallusstruktur sich von *Dict. sericeum* unterscheidet. Fruktifikationsorgane sind meines Wissens niemals beschrieben worden. Aus der nachfolgenden Schilderung wird ersichtlich sein, dass die Pflanze nicht bloss in ihrer Wachstumsweise, sondern auch in der Hyphenstruktur des Thallus sowie in dem Ort und der Art und Weise der Hymeniumbildung sich als eine selbstständige Gattung darstellt, die nur in den Gonidien mit der vorhergehenden Form vollkommen übereinstimmt.

Ich fand die Pflanze im April dieses Jahres an demselben Ort, an welchem *Cora pavonia* so üppig gedieh: auf der oben geschilderten Lichtung von Laudat im Innern der Insel Dominica, 2000' Höhe über dem Meeresspiegel. Zu Ehren dieser auch in mancher anderen Hinsicht botanisch interessanten und herrlich gelegenen Oertlichkeit sei die Pflanze mit dem Gattungsnamen *Laudatea* getauft und die dort vertretene Species wegen der algenähnlichen Rasen, die sie bildet, *Laudatea caespitosa* genannt.

Laudatea caespitosa ist nicht allein auf der Bergwiese von Laudat eine häufige Erscheinung, sondern sie findet sich auch abweichend von *Cora* in den schattigen Regionen des umgebenden Urwaldes und wird ferner an anderen bergigen Orten der Insel¹⁾ häufig genug angetroffen. Sie scheint indessen ebenso wie *Cora* auf bergige und daher kühle und feuchte Standorte ausschliesslich beschränkt zu sein und in den heissen und während der „trockenen“ Jahreszeit regenarmen Ebenen und Thälern gänzlich zu fehlen. Gegen Austrocknung ist sie noch empfindlicher als *Cora*, da sie niemals auf Substraten gedeiht, die auch nur kurze Zeit vom direkten Sonnenlicht getroffen werden.

Als Substrat dienen der Flechte entweder umgefallene und vermodernde Stämme oder aufrechte Bäume, besonders solche, die mit niedrigen Moosen und kleinen phanerogamischen Epiphyten bewachsen oder mit einem humusartigen Detritus von verwesender Borke und altem, faserigem Wurzelwerk bekleidet sind. Aber auch die verschiedenartigsten, anderen Substrate werden, wenn

1) z. B. bei der Niederlassung Eggliston am Fusse des Couliabon-Berges, einer ähnlichen Oertlichkeit wie Laudat; an Mangobäumen u. dergl.

1. Die ...
2. Die ...
3. Die ...

4. Die ...
5. Die ...
6. Die ...
7. Die ...
8. Die ...
9. Die ...
10. Die ...

11. Die ...
12. Die ...
13. Die ...
14. Die ...
15. Die ...
16. Die ...
17. Die ...
18. Die ...
19. Die ...
20. Die ...

21. Die ...
22. Die ...
23. Die ...
24. Die ...
25. Die ...

26. Die ...

Jahreszeit auf dem blaugrünen Rasen als lebhaft in die Augen fallende, knorpelige oder häutige Ueberzüge von weisser Farbe. Die Anordnung dieser Organe auf dem vegetativen Thallus ist eine sehr charakteristische; sie ist, wie sich am natürlichen Standort leicht feststellen lässt, durch die Richtung des auf den Thallus fallenden Lichtes in der Weise bedingt, dass nur die der Lichtquelle abgekehrten, also in tieferem Schatten befindlichen Theile des Rasens zu fructificiren vermögen. Solche Rasen, welche über ein ebenes und daher allseitig gleichmässig beleuchtetes Substrat ausgebreitet waren, habe ich niemals fructificirend angetroffen; andererseits fanden sich zu gleichen Zeiten an unebenen Substraten die Sporenlager stets in der angegebenen Vertheilung vor. Demgemäss entwickeln sich an solchen Thallen, die über eine höckerige Rinde oder an Epiphytenwurzeln, lebenden Blättern u. dergl. ausgebreitet sind, die Fructifikationsorgane nur auf den Schattenseiten dieser Körper, bei solchen, welche umgefallene Baumstämme bewohnen, auf der Unterseite dieser Stämme, und endlich bei solchen, welche auf rissiger und zum Theil abgelöster Borke vegetiren, immer auf der Hinterseite der Borkenstücke. (Siehe die Habitus-Abbildung Fig. 5, Taf. XVII.) In dem letztgenannten Fall, wo die Fruchtkörper in fast vollständiger Dunkelheit gebildet werden, sitzen sie keinem grünen Thallus als Unterlage auf, sondern entspringen direkt einem aus Pilzhyphen bestehenden Mycel, welches mit dem an der Aussenseite befindlichen Flechtenthallus zusammenhängt. In allen anderen Fällen gewahrt man nach dem Abheben des Fruchtkörpers unter demselben den grünen Flechtenthallus.

Die Beschaffenheit des Fruchtlagers ist die einer sehr weichen, wachsartigen Haut, welche ähnlich wie bei *Cora* durch zahlreiche Furchen und bucklige Hervorragungen unregelmässig gefeldert erscheint, dagegen niemals aus concentrisch angeordneten Reihen distincter Areolen zusammengesetzt ist. Die Farbe der Oberfläche ist ursprünglich ein reines Weiss, welches sich gegen das dunkle Blaugrün der vegetativen Theile sehr lebhaft und elegant abhebt. Doch ist zu bemerken, dass bei trockener Witterung die Farbe gewöhnlich grünlich oder schmutzig-grau ist, was daher rührt, dass fremde Organismen, wie Bakterien, allerhand Pilzsporen, kleine Algen u. dergl. sich während der Periode des unterbrochenen Wachstums darauf niedergelassen haben.

Die Pilzhypheu bleiben ihrer ganzen Länge nach lebendig, auch wenn die Alge unten abgestorben ist, und es wird auf diese Weise ein lebendes Continuum zwischen den Spitzen der Stämmchen und der eigentlichen Mycelregion erhalten. Nach der Spitze zu verjähmälern sich die Gonidienfäden erheblich, auch unterscheiden sie sich hier durch eine blasse, gelbliche Färbung von den tiefer gelegenen Theilen. Morphologisch entsprechen die Spitzen des Rasens von *Laudatea* dem peripherischen Rand des Thallus von *Dictyonema*.

Ausser der Höhenzunahme durch die sich verlängernden Gonidienbündel hat der Thallus noch ein marginales Wachsthum durch seitliche Ausbreitung des Mycels und damit Hand in Hand gehende seitliche Vermehrung der Gonidien.

In allen, die feineren Strukturverhältnisse der Gonidien betreffenden Punkten stimmt *Laudatea caespitosa* so vollständig mit *Dictyonema sericeum* überein, dass auf die obigen Angaben, sowie auf Fig. 23—28, Taf. XX, verwiesen werden kann.

Ganz eigenartig ist hingegen bei *Laudatea* der Bau des Mycelkörpers. Derselbe besteht, wie Fig. 22, Taf. XX, zeigt, aus einem sehr dicken System reichlich verzweigter und unregelmässig durch einander laufender Hyphen von beträchtlicher Dicke, die durch zahlreiche Anastomosen mit einander zusammenhängen. Zuweilen endigt ein Ast mit einer stumpfen Aussackung, die ihr Wachsthum eingestellt zu haben scheint. Fusionen benachbarter Aeste sind häufige Vorkommnisse. Schon oben wurde ferner auf den Fall hingewiesen, dass der grüne Theil eines auf einem abgelösten Borkenstücke erscheinenden Thallus auf der Vorderseite dieses Körpers sich befindet, während ein lediglich mycelialer Theil auf der dunklen Hinterseite des Borkenstückes vegetirt. Fig. 29, Taf. XXI, stellt ein abgetrenntes Fragment des letzteren Theiles dar. Man bemerkt, dass eine grosse Anzahl von Aesten (x) sich aus dem ebenen, spinnwebartigen Mycel erheben; sie sind es, aus denen der reproductive Theil des Thallus sich aufbaut.

Was die Dimensionen der Thalluselemente anbetrifft, so beträgt die Dicke der freien Hyphen circa $8\ \mu$ im Durchschnitt, die der Gonidien mit ihrer Umspinnung etwa $3\ \mu$, ohne dieselben hingegen $5\ \mu$. An den verschmälerten Spitzen sind die Stämmchen auf etwa die Hälfte ihrer Dicke reducirt.

Ueber den Bau der reproductiven Theile, welcher von *Cora* und *Dictyonema* recht erhebliche Verschiedenheiten aufweist, belehrt uns Fig. 30, Taf. XXI. Eine mächtige, subhymeniale Schicht ist aus starken, reichlich und stumpf verzweigten Hyphen, welche sehr häufig Fusionen mit einander bilden, locker und regelmässig aufgebaut. Die obersten Auszweigungen schliessen dichter zusammen und bilden die Basidienschicht. Nach unten zu endigt die subhymeniale Schicht in der Hyphenumstrickung der Gonidien, und nur in dem oben erwähnten Fall, wo ein gonidienloser Thallus auf einer dunklen Substratfläche ausgebreitet ist, hängen die subhymenialen Hyphen direkt mit dem Mycelkörper der Flechte zusammen.

Zuweilen bemerkt man in der subhymenialen Schicht eine Aufeinanderfolge von Schichten, die durch dünne Zonen von allerhand eingelagertem Detritus markirt sind (siehe die Figur). Es rührt dies daher, dass während der Unterbrechung des Hyphenwachstums in trockenen Perioden sich fremde Organismen und Staubtheile auf der Oberfläche des Fruchtkörpers niederlassen und dass die dadurch gebildete Schicht bei erneutem Wachsthum von den Hyphen durchbrochen und in das Innere eingeschlossen wird. Ueber sonstige Einzelheiten des Baues des Fruchtkörpers orientiren die Fig. 30 u. 31 besser als jede Beschreibung.

Die Entwicklungsgeschichte des Fruchtkörpers ist aus der Art des Zusammenhanges mit dem Thallus leicht zu entnehmen und lässt sich auch in den successiven Stadien unschwer beobachten. Einzelne Zellen der Gonidienumspinnungen erheben sich papillenförmig nach aussen und wachsen zu längeren Schläuchen aus, die sich dann in der angegebenen Weise verzweigen und zu lockeren Complexen zusammenordnen. Den Beginn der Fruchtkörperbildung illustriert die Fig. 32.

Der Bau der Basidienschicht weist keine erheblichen Verschiedenheiten von *Cora* auf. An dem untersuchten Material waren die fertilen Basidien häufiger als im Hymenium von *Cora*, immerhin aber ihre Anzahl eine ungleich geringere als bei allen anderen Hymenomyceten. Die Entwicklung der vier Sterigmen und Sporen erwies sich als durchaus übereinstimmend mit den Befunden de Bary's¹⁾

1) l. c.

an *Corticium amorphum*. In Fig. 33, a—f, sind die aufeinanderfolgenden Entwicklungsstadien nach Beobachtungen an frischem Material zusammengestellt. Die Sporen im Zustande völliger Reife in Verbindung mit den Sterigmen anzutreffen, gelang, vermuthlich aus den schon für *Cora* angegebenen Gründen, ebensowenig wie dort. Die abgebrochenen Sporen, die sich auf dem Hymenium vorfanden und an deren Zugehörigkeit zur Pflanze wegen ihrer Anzahl und ihres constanten Vorkommens kaum gezweifelt werden kann, hatten die in Fig. 34 dargestellte Form.

II. Vergleichende Uebersicht der Ergebnisse.

Aus den dargelegten Beobachtungen über *Cora pavonia*, *Dictyonema sericeum* und *Laudatea caespitosa*, zu denen noch die Angaben Mattiolo's über *Rhip. ligulatum* hinzukommen, ergeben sich nun für unsere Auffassung der Organisation dieser Gewächse folgende Resultate:

1. Die in Rede stehenden vier Pflanzen sind Flechten, denn sie stellen Consortien von Pilzen und Algen dar, dergestalt, dass beide Theile sich in ihrer Ernährung gegenseitig bedingen und zusammen eine biologische Einheit bilden.

Die als Gonidien fungirenden Algen gehören den Gattungen *Chroococcus* und *Scytonema* an, zwei Formen also, welche auch bei anderen Flechten häufig als Gonidien angetroffen werden. Dagegen ist die Art und Weise der Umspinnung der Gonidien seitens des Pilzes eine solche, wie sie im Flechtenreiche sonst nur ganz selten oder gar nicht vorkommt. Hatten wir schon bei *Cora* eine aussergewöhnliche Innigkeit der Umstrickung der Gonidien kennen gelernt, so zeigte sich dieselbe bei *Rhipidonema* und *Laudatea* in einem ganz auffallenden und eigenartigen Grade entwickelt. Von allen beschriebenen Flechten-Gonidien sind hierin nur diejenigen von *Coenogonium* und *Cystocoleus* mit jenen vergleichbar. Diese bestehen, wie

staltet, der eine vegetative und eine fructificative Periode hat, und dass das ursprünglich saprophytische oder parasitische Mycel als das zugehörige Wurzelsystem ebenfalls so modificirt wird, dass es nur noch als Wasserreservoir und Haftorgan zu fungiren hat. Bei *Dictyonema* ist das Wurzelsystem zu einigen spärlichen Haftfasern reducirt, da der „Spross“ selbst durch seine spongiöse Struktur auf Einsaugung grösserer Wassermengen angepasst ist, während wiederum bei *Laudatea* die ernährungs-physiologische Funktion der Wurzel in den Vordergrund tritt, beziehungsweise die Wurzel ihre saprophytischen Eigenschaften behalten hat.

Ein anderer Unterschied von den echten Hymenomyceten besteht in der Seltenheit der fertilen Basidien, die sowohl bei *Cora* als bei *Laudatea* eine sehr auffallende Erscheinung ist.¹⁾ Man kann sich jedoch leicht vorstellen, dass durch die mit der Symbiose gegebene Steigerung und Erleichterung der Ernährung die Sporenfruktifikation herabgesunken und die vegetative Vermehrung in den Vordergrund getreten ist. Den Einwand, dass ja die Ascomycetenflechten reichlich fructificiren, kann man hier nicht erheben; denn der meist dürre und trockene Standort dieser Gewächse bedingt eine so spärliche vegetative Thätigkeit, dass die Pflanzen auf eine möglichst vielseitige und reichliche Vermehrung angewiesen sind.

Unsere gesammten Beobachtungen führen nun schliesslich in Uebereinstimmung mit den Resultaten Mattiolo's zu dem Ergebniss:

3. Die Gattungen *Cora*, *Rhipidonema*, *Dictyonema* und *Laudatea* bilden eine besondere Gruppe von Flechten, die der Gesammtheit der bisher bekannten Lichenen als systematisch ebenbürtig an die Seite zu stellen ist. Wir acceptiren für die neue Gruppe den von Mattiolo vorgeschlagenen Namen der „Hymenolichenen“.

Die Unterschiede der vier Hymenolichenen-Gattungen können wir folgendermaassen präcisiren:

1. *Cora*. Thallus scheibenförmig, den einseitig angewachsenen

1) Wenn sie sich nicht etwa durch die Ungunst der Jahreszeit erklärt. Vielleicht ist die Fruktifikation gegen das Ende der nassen Zeit (im Oktober und November) bedeutend ergiebiger als während der Monate, in der meine Untersuchungen angestellt wurden.

Fruchtkörpern mancher *Telephora*-Arten gleich gestaltet, später in krausen, durch Theilung entstandenen Gruppen entwickelt. Die Scheiben durch wellenförmige Biegungen concentrisch gezeichnet, am Rande nach oben eingerollt. Gonidien in einer mittleren Schicht, durch Gruppen von *Chroococcus*-Zellen gebildet. Hymenium auf der Unterseite, unregelmässig rissig. Subhymeniale Schicht aus dicht gebauten Papillen zusammengesetzt.

2. *Rhipidonema*. Thallus locker und lacunös gebaute Scheiben bildend, einseitig angewachsen, von der Insertion aus das Substrat eine Strecke weit überziehend und in neue Scheiben auswachsend. Scheiben undeutlich concentrisch gezeichnet und radial gestreift, mit nicht eingerolltem Rande. Gonidien der oberen Fläche genähert, aus langen, verzweigten *Scytonema*-Fäden bestehend. Hymenium auf der Unterseite, durch Furchen gefeldert. Subhymeniale Schicht aus stumpf verzweigten Hyphen locker aufgebaut.

3. *Dictyonema*. Thallus und Gonidien wie bei *Rhipidonema*. Hymenium auf der Unterseite, durch Furchen gefeldert. Subhymeniale Schicht aus spitzer verzweigten und dichter gelagerten Hyphe aufgebaut. (Mit dieser Gattung kann die vorhergehende vielleicht vereinigt werden.)

4. *Laudatea*. Thallus rasenförmig entwickelt, die Stämmchen des Rasens aus den Bündeln der Gonidien aufgebaut und aus einer wurzelartigen Mycel entspringend. Gonidien wie bei *Dictyonema*. Hymenien auf den Schattenseiten der Substrattheile, höckerig und furchig. Subhymeniale Schicht aus stumpf verzweigten und lockverbundenen Hyphen aufgebaut.

III. Zur Systematik und Nomenclatur.

A. *Cora*.

Wohl wenige Pflanzengattungen haben so wechselvolle, systematische Schicksale aufzuweisen, als die Gattung *Cora*. Es sei gestattet, derselben hier in einem historischen Ueberblick kurz zu gedenken.

Wir können mit Mattiolo ¹⁾ in der Reihenfolge der Ansichten über die systematische Stellung von *Cora* drei Perioden unterscheiden, in denen successive die Gattung als Alge, als Pilz und als Flechte gegolten hat.

Die ersten Schriftsteller, welche der Pflanze Erwähnung thun, sind Gmelin ²⁾, Swartz ³⁾ und Woodward ⁴⁾, welche am Ende des vorigen Jahrhunderts die *Cora pavonia* unter den Algen als *Ulva montana* Gm. aufführten. Der Autor des Gattungsnamens *Cora* ist E. Fries ⁵⁾, der im Jahre 1825 das neue Genus in die damalige Familie der Byssaceen, d. i. zu den Gattungen *Coenogonium*, *Lichina* u. s. w. übertrug.

Schon vorher (1805) hatten Weber und Mohr ⁶⁾ die Ansicht ausgesprochen, die *Ulva montana* sei ein Pilz, und sie als *Telephora pavonia* zu den Hymenomyceten gestellt. Dieser Ansicht stimmte 1820 Sprengel ⁷⁾ bei und beschrieb gleichzeitig eine neue Species, die *Telephora glabrata*. Nach dem Vorgang von Sprengel gab sodann auch Fries ⁸⁾ 1838 seine Meinung von der Zugehörigkeit der Pflanze zu den Byssaceen auf und stellte *Cora* neben *Corticium* und *Cyphella* in die Gruppe der Auricularieen, eine Aenderung, in der er 11 Jahre später ⁹⁾ durch die Entdeckung viersporiger Basidien bedeutend bestärkt wurde. Die gleiche Ansicht von den Verwandtschaftsbeziehungen der Gattung theilte Krombholz ¹⁰⁾, der 1831

1) Dessen Angaben ich die meisten der nachfolgenden Notizen entnehme, da mir die Litteratur nicht vollständig zur Verfügung steht. Die Citate sind daher ebenfalls theilweise nach Mattiolo.

2) *Systema naturae*, nach Woodward.

3) *Nova genera et species plantarum seu prodromus . . . vegetabilium . . . quae . . . in Indica occ. digessit O. Swartz. Holmiae 1788, p. 148.*

4) *Observations upon the generic character of Ulva. Trans. of the Linn. Soc. III, p. 53, 1797.*

5) *Systema orbis vegetabilis, Lundae 1825, p. 300.*

6) *Beiträge zur Naturkunde. Einige Worte über unsere Seegewächse, p. 326. Kiel 1805.*

7) *Plantarum cryptogamicarum tropicarum pugillus. K. Vet. Ac. Handl., p. 51. Stockholm 1820.*

8) *Epicrisis systematis mycologici, p. 556. Upsaliae 1836—38.*

9) *Summa vegetabilium Scandinaviae, p. 333, not. IIIa; p. 526, not. IVa.*

10) *Natürliche Abbildung und Beschreibung der Schwämme, p. 76; tab. V, fig. 16. 1831.*

Merkmale beruht, als vorläufig unhaltbar zu betrachten. Dass der Thallus von *Cora pavonia* sehr wechselnde Formen aufweist, hat übrigens schon Fries wahrgenommen, der in den *Novae symbolae mycologicae*¹⁾ die Species als „valde protea“ bezeichnet.

Der Verbreitungskreis von *Cora pavonia* ist ein ausserordentlich grosser, er erstreckt sich, wie es scheint, auf die meisten Länder des tropischen Amerika. Sie ist unter Anderem von Swartz auf Jamaica, von Perrin und Herminier auf Guadeloupe, von mir auf Dominica, von Benzou auf den Antillen, von Wenck in Surinam, von Mougeot in Guiana von Mandon in Bolivia, Neu-Granada und Neu-Caledonien, von Gay in Chili, von Oersted in Costa Rica, von Liebman in Mexiko gefunden worden. Dass sie auch ausserhalb Amerikas vorkommt, zeigt ein von Spence auf St. Helena gesammeltes Exemplar, welches im Herbarium zu Kew sich befindet. Dasselbe weist übrigens, wie ich aus eigener Anschauung bezeugen kann, äusserlich nicht die geringste Verschiedenheit von der westindischen *Cora* auf.

B. *Rhipidonema*, *Dictyonema* und *Laudatea*.

Als flechtenartige Organismen sind diese Pflanzen erst durch Bornet²⁾ erkannt worden, welcher die blaugrünen *Scytonema*-Fäden mit ihrer eigenartigen Umstrickung farbloser Zellen zum ersten Male richtig als Gonidien deutete. Frühere Autoren setzten diese Formen einfach unter die Algen und betrachteten sie entweder als blosse Arten von *Scytonema* (so Rabenhorst in der *Flora europaea algarum*³⁾) oder *Sirosiphon* oder erhoben sie zu besonderen Gattungen, die sie als *Dictyonema*, *Dichonema*, *Rhizonema* bezeichneten. Die farblosen, zelligen Scheiden der Algenfäden waren ihnen dabei ebenso wenig entgangen, wie die getrennt verlaufenden Hyphen, welche ein constantes Vorkommniss in dem Thallus sind; aber selbst Kützing⁴⁾, welcher ein Stück des Thallus von *Dictyonema membr*

1) p. 113.

2) l. c.

3) Sectio II, p. 264.

4) *Tabulae phycologicae*, vol. II, tab 40, fig. 5.

Vaterland dieser Pflanze ist die Insel Borneo, wo sie von Beccari gesammelt wurde.

Dictyonema membranaceum Ag. Diese Pflanze ist von Gaudichaud auf den Marianen und wohl auch anderwärts von anderen Reisenden gefunden worden. (Sie ist möglicherweise identisch mit der folgenden Art.)

Dictyonema sericeum Mont. (= *Dichonema sericeum* Fr.). Diese Species wächst auf Bourbon (nach Bornet, l. c.), auf der Insel Neu-Hannover, wo sie neuerdings Naumann¹⁾ fand, und auf Dominica, wo ich sie in diesem Jahre sammelte.

Laudatea caespitosa mihi (= *Dictyonema membranaceum* Ag. var. *Guadelupense* Rab. = *Sirosiphon scytonematoides* Wood. und vermuthlich auch = *Dictyonema laxum* Müll. Arg.). Als Vaterland dieser Flechte sind bisher die kleinen Antillen Guadeloupe²⁾ und Dominica, ferner die Insel Neu-Hannover³⁾ und die Marianen⁴⁾ bekannt.

Ob das *Rhizonema interruptum* Thw. (= *Calothrix interrupta* Ralfs) der Gattung *Laudatea* oder *Dictyonema* angehört, bleibt abzuwarten. Da diese Flechte in England wächst, würde im Falle des Nachweises ihrer Zugehörigkeit zu den Hymenolichenen der Verbreitungskreis dieser neuen Pflanzengruppe sich auch auf die nördliche gemässigte Zone erstrecken.

Auf die vier Gattungen *Cora*, *Rhipidonema*, *Dictyonema* und *Laudatea* beschränken sich gegenwärtig unsere Kenntnisse von den Basidiomyceten-Flechten. Noch ist der Formenkreis dieser neuen Gruppe ein sehr geringer, aber mit Zuversicht steht zu hoffen, dass er sich bald erweitern und eine grössere Anzahl von Gattungen und Arten umfassen wird.

Bonn, im November 1883.

1) l. c. Nach Naumann soll die Flechte auf Neu-Hannover sehr gemein sein. Auf Dominica gehört sie zu den grössten Seltenheiten.

2) Nach Rabenhorst, Algen Europas.

3) Nach J. Müller, l. c.

4) Nach Kützing, l. c.

Figuren-Erklärung.

Tafel XVII.

Habitusbilder in natürlicher Grösse.

(Die Figuren 1—3 hat mir mein Freund, Herr Dr. H. Schenck in Bonn auf meine Bitte freundlichst angefertigt.)

Fig. 1. *Cora pavonia*. Thallusgruppe,

Fig. 2. Desgl. Zwei über einander sitzende Lappen, der obere zurückgeschlagen, um das spongiöse Haftpolster zu zeigen.

Fig. 3. Desgl. Stück eines fructificirenden Thallus von unten. Anordnung der Hymenien.

Fig. 4. *Dictyonema sericeum*. Thallus, an einem Baumzweig befestigt.

Fig. 5. *Laudatea caespitosa*. Fructificirender Thallus auf Borke. Die hellen Spitzen des Rasens sind der Uebersichtlichkeit halber nicht angedeutet. Die Hymenien auf den Schattenseiten der Substrathöcker.

Tafel XVIII.

Cora pavonia.

Fig. 6. Querschnitt durch einen fructificirenden Thallus. Vergr. 160.

a. stratum superius.

b. - gonidiale.

c. - inferius.

d. - subhymeniale.

e. - hymeniale.

Fig. 7. Ein oberflächlicher Ast des stratum inferius mit knorrigen Auszweigungen. Vergr. 650.

Fig. 8. Querschnitt durch eine grössere Parthie eines fructificirenden Thallus. Die reproductive Schicht aus Papillen aufgebaut. Vergr. 50.

Fig. 8a. Einzelne Papille, in jugendlichem Zustand. Vergr. 50.

Fig. 9. Querschnitt durch die Randparthie des Thallus, die Struktur der Einrollung zeigend. Vergr. 50.

Fig. 10. Eine der verzweigten Hyphen, aus welchen die Fruchtpapillen bestehen. Vergr. 180.

Fig. 11. Basidien mit Sterigmen und jungen Sporen. a—g aufeinanderfolgende Zustände. Vergr. 1000.

Fig. 12. Reife Sporen. Vergr. 650.

Fig. 13. Eigenthümlich gestaltete Paraphysen. Vergr. 1000.

Tafel XIX.

Fig. 14—16. *Cora pavonia*.

Fig. 14. Hyphen-Umstrickung der Gonidien. Die letzteren der Deutlichkeit halber weggelassen. Vergr. 1000.

Fig. 15. Fusionsbild aus einem jungen Haftkörper. Vergr. 320.

Fig. 16. Fusionsbild aus der subhymenialen Schicht. Vergr. 1200.

Fig. 17—21. *Dictyonema sericeum*.

Fig. 17. Flächenansicht des Thallus am wachsenden Rande, von oben. Vergr. 160.

Fig. 18. Querschnitt durch den reproductiven Theil. Subhymeniale Schicht und Hymenium. Vergr. 320.

Fig. 19. Vier Gonidienfäden, deren Pilzumstrickungen Anastomosen bilden. Vergr. 400.

Fig. 20. Fusion freier Thallushyphen. Vergr. 400.

Fig. 21. Fusionsbild aus dem jugendlichen Haftkörper. Vergr. 320.

Tafel XX.

Laudatea caespitosa.

Fig. 22. Querschnitt durch einen jugendlichen Thallus, der auf einem Marcgrafia-Blatt erwachsen ist. Vergr. 160.

Fig. 23. Stück eines Gonidienfadens mit seiner Umstrickung von Pilzhypen. Vergr. 650. (Die Heterocystenzelle ist in der Figur ein wenig zu hoch ausgefallen.)

Fig. 24 u. 25. Optische Durchschnitte durch Gonidienfäden. Die Pilzumstrickung weist 8 oder 9 Hyphen im Umkreis auf. Vergr. 650 u. 1000.

Fig. 26. Umstrickung eines Gonidienfadens. Die Gonidien selbst fortgelassen. Vergr. 650.

Fig. 27. Verzweigung eines Gonidienfadens. Falsche Astbildung der Alge, Verhalten des Pilzes. Vergr. 1000.

Fig. 28. Beginnende Umspinnung des Scytonema-Fadens durch die in die Schleimhülle eingedrungenen Pilzhypen. Vergr. 400.

Taf. XXI.

Fig. 29—34. *Laudatea caespitosa*.

Fig. 29. Gonidienloses Mycel, welches sich auf der dunklen Hinterseite eines Borkenstückes ausgebreitet hat, während der damit zusammenhängende, grüne Flechtenthallus auf der Lichtseite sich befindet. Bei x Hyphenäste, welche sich aus der Ebene des Mycels erhoben haben und die subhymeniale Schicht aufbauen. Vergr. 140.

Fig. 30. Querschnitt durch einen fructificirenden Thallus. Man bemerkt eine in das Innere der subhymenialen Schicht eingeschlossene Zone von Detritus. V. 160.

Fig. 31. Stück aus der subhymenialen Schicht mit Hymenium. Vergr. 560.

Fig. 32. Beginn der Fructification durch Auswachsen der Zellen der Gonidienumstrickung. Vergr. 200.

Fig. 33. Basidien mit Sterigmen und jugendlichen Sporen. a—f auf einanderfolgende Zustände. Vergr. 1000.

Fig. 34. Reife Sporen. Vergr. 650.

Fig. 35—39. *Coenogonium*.

(Zum Vergleich mit den Gonidien der vorhergehenden Gattung.)

Fig. 35—38. Species aus Dominica.

Fig. 37. Bei x ein junges Apothecium.

Fig. 39. Species aus Trinidad.

Jahrb.



H. Schend.

Fig. 10. Cuticularnetz von *Jasminum fruticans* mit darunter sichtbaren Epidermiszellen.

c Cuticularrippen.

z Epidermiszellen.

Fig. 11. *Tagetes patula*. Querschnitt durch die papillöse Epidermis der Oberseite. Die punktierten Linien stellen das allmähliche Einsinken der Papillen dar.

p Papille.

b Basis der Zelle.

t Turgescenter Zustand der Papille.

c Collabirter Zustand derselben.



Pore erscheint geschlossen; die die Wand durchsetzenden protoplasmatischen Fäden werden erst nach starker Quellung und Färbung deutlich.

Fig. 33. Pore zwischen zwei Geleitzellen im Rhizom von *Pteris*. Die protoplasmatischen Fäden sind ausnahmsweise lang und körnig. Das gewöhnliche Vorkommen zeigt Fig. 21.

Fig. 34. Kleiner Zwischenzellraum im Rhizom von *Pteris aquilina*, mit Protoplasma gänzlich erfüllt. Die Abbildung zeigt einen Faden von körnigem Protoplasma, welcher den Zwischenzellraum mit einer der angrenzenden Zellen verbindet.

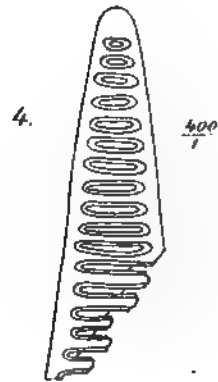
Fig. 5. Schematisches Bild eines ganzen Querschnittes durch das Blatt von *Salsola Kali* L. (20.)

Fig. 6 (a, b). Längsschnitte durch das Blatt von *Isolepis australis*; bei sind die Palissaden aus der auf die Oberfläche senkrechten Lage weit mehr abgelenkt als bei a; dort grenzen sie nicht unmittelbar an die Epidermis, sondern an ein Bündel mechanischer Zellen. sp gegen die Blattspitze sehender Theil des Längsschnittes. (220.)

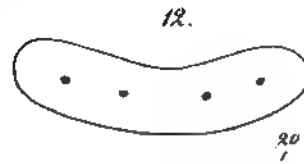
Fig. 7. Querschnitt eines Blättchens von *Galium purpureum* L., umfassend die Blattmittelrippe und den angrenzenden Theil der rechtsseitigen Lamina. (310.)

Fig. 8. Ein Stück der Epidermis vom Blatte der *Arenaria longifolia* Bieb. (165.)

1



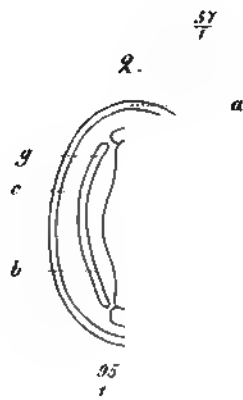
l
c
a
k



f

k d g

n
h
i



2.

a

g
c
b

35
t

5

a
h
b
g
c a

P. Tertel. kr. qex.

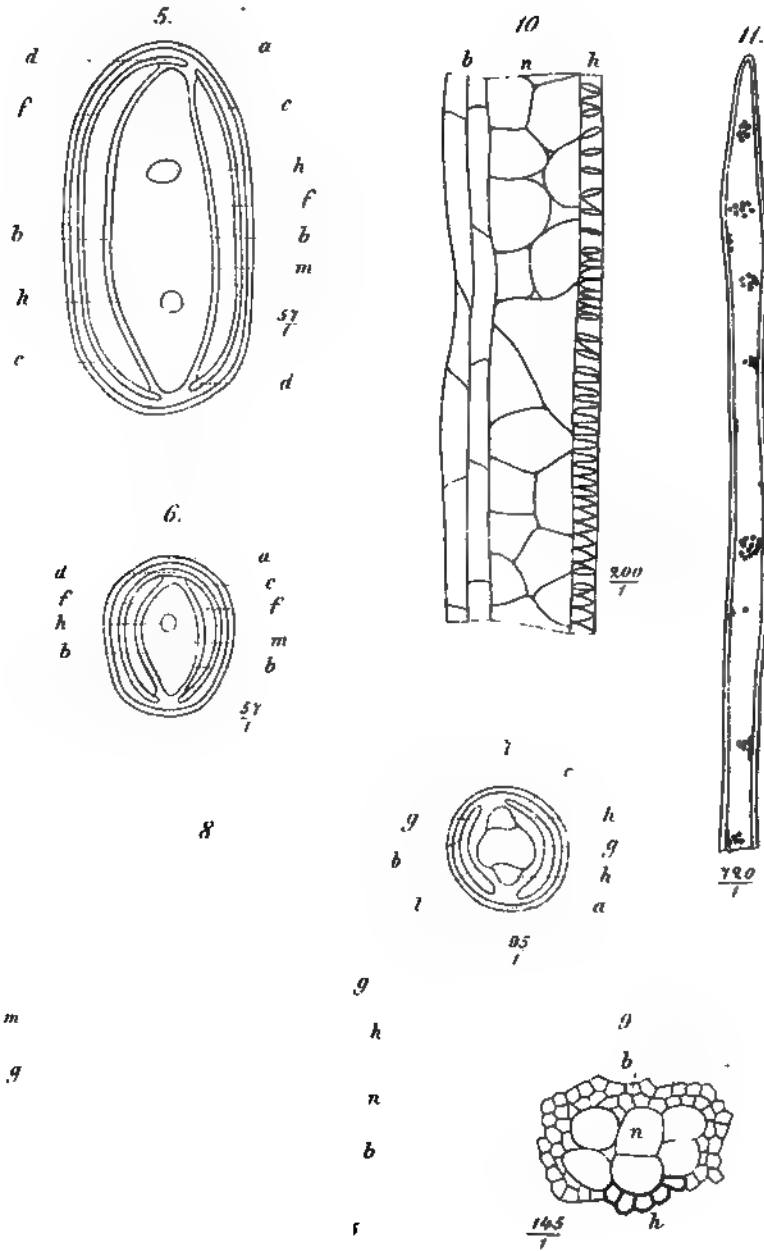
C. Lunc bth

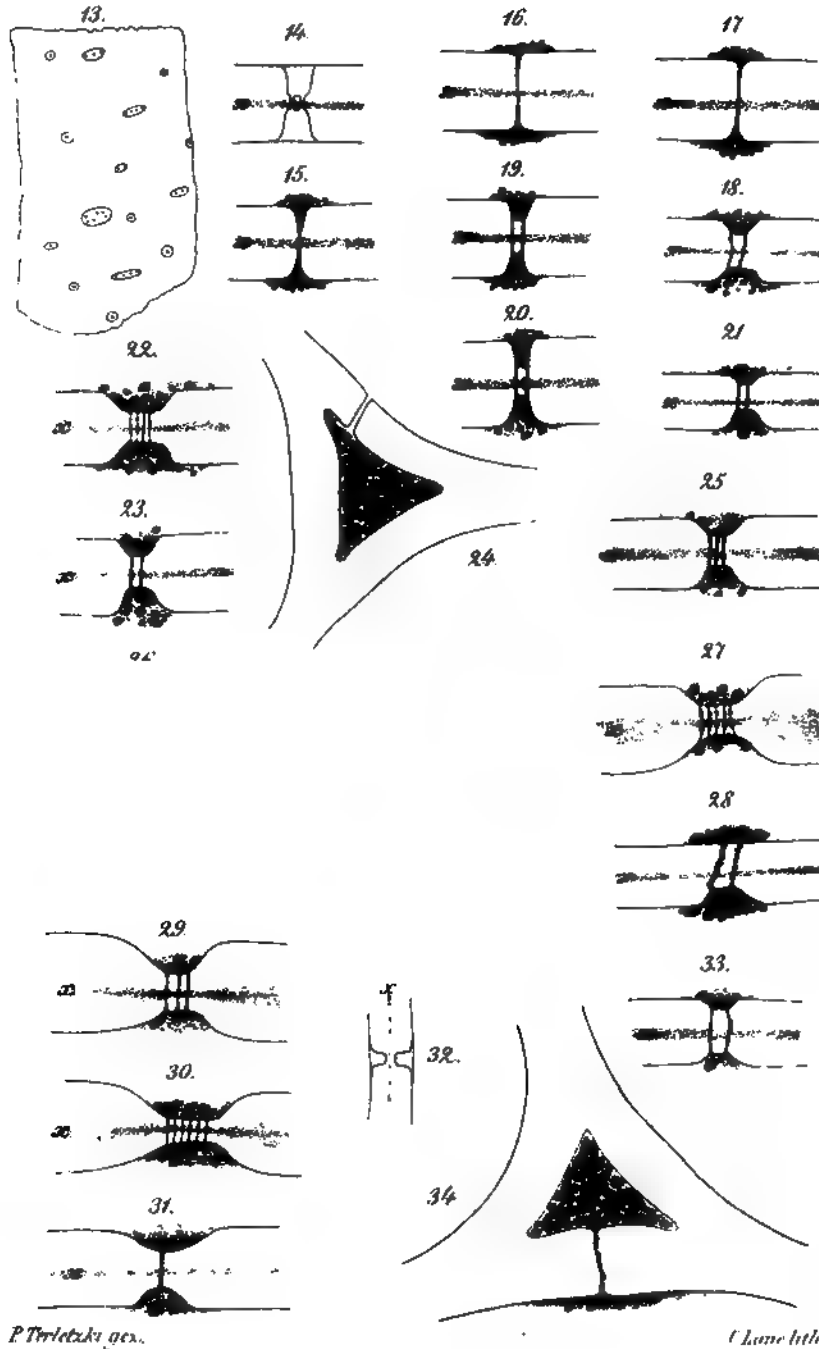
1

-

.

.





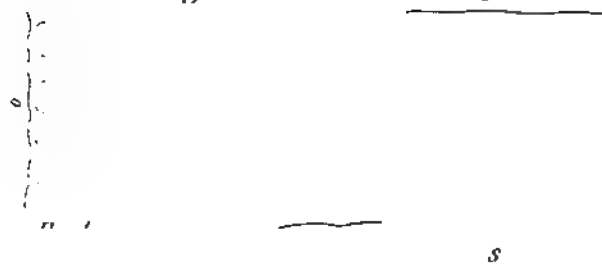
Pteris gen.

Lonicera lith

1

Fig. 1.

Fig. 2.



s

Fig.



" "

Fig. 3.

"

"

"

E. Haussner ad nat. del.

C. Lane lith.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3a.



Fig. 4

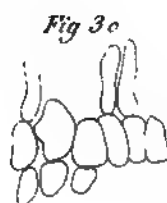
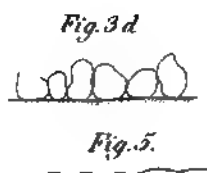


Fig 6

1

2

3

Fig. 1.

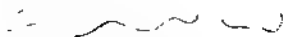
Fig. 4.

Fig. 2.

Fig. 3a

Fig. 3c

n



F. Heurichen nat. del.



Fig. 3b



Fig. 5b



C. Laue lith.

Zur Theorie der Wasserbewegung in den Pflanzen¹⁾.

Von

Dr. Emil Godlewski.

Professor der höheren landwirthschaftl. Landeslehranstalt in Dublany bei Lemberg.

I.

Die Frage über die Ursachen des Saftsteigens in dem Holzkörper der Pflanzen ist in der letzten Zeit wieder zum Gegenstande einer lebhaften Discussion geworden. Bis auf wenige Jahre hat sich die Sachs'sche Imbibitionstheorie einer fast allgemeinen Zustimmung erfreut. Es ist nur Böhm gewesen, der in seinen zahlreichen Schriften immer und immer diese Theorie zu bekämpfen suchte, und der seit längerer Zeit die Ansicht vertrat, dass das steigende Wasser nicht in den Zellwänden, sondern in den Lumina der Holzelemente sich bewegt. Böhm hat aber mit seinen Ansichten kein Glück gehabt: nicht nur konnten sich dieselben lange Zeit hindurch keine Anerkennung erwerben, sondern wunderbarer Weise wurden die Arbeiten Böhm's von den Anhängern der Imbibitionstheorie, ja von

1) Diese Abhandlung, im Laufe des Novembers und Decembers 1883 in polnischer Sprache geschrieben, wurde in der Sitzung vom 20. Januar 1884 der Krakauer Akademie der Wissenschaften vorgelegt. Erst später habe ich die Arbeit von Westermaier „Zur Kenntniss der osmotischen Leitungen des lebenden Parenchyms“ (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Hft. 8) kennen gelernt. Diese Arbeit, welche in gewissen Ansichten mit der meinigen übereinstimmt, bespreche ich unter III.

den meisten Botanikern fast gänzlich ignorirt, und ohne Rücksicht auf die Gegenbeweise, welche Böhm angebracht hat, wurde die Imbibitionstheorie sogar in den neuesten Lehrbüchern als eine allein mögliche, ja als sicher festgestellte Theorie vorgetragen. Erst in den zwei letzten Jahren haben sich verschiedene Forscher, wie Vesque, Elfving, Russow, Hartig gegen die Imbibitionstheorie ausgesprochen. Es ist namentlich Robert Hartig gewesen, der die Unhaltbarkeit der Imbibitionstheorie auf das Bestimmteste nachwies. Seine schönen Untersuchungen über die Vertheilung des Wassers in dem Holzkörper¹⁾ haben festgestellt, dass zu jeder Zeit, sogar während der stärksten Transpiration, die Lumina der Zellen nicht lauter Luft, sondern auch bedeutende Mengen von flüssigem Wasser enthalten. Seine Einsägungsversuche²⁾ haben dargethan, dass, wenn es an Bedingungen des Wassersteigens (Druckdifferenzen) in den Zelllumina fehlt, die Sprossen der Fichte welken, auch, wenn nicht nur sämtliche Zellwände der Tracheiden vollkommen mit Wasser gesättigt sind, sondern sogar die Lumina derselben mehr als 60 pCt. ihres Volumens an Wasser enthalten. Diese That-sachen reichen vollkommen hin, um die Imbibitionstheorie als unhaltbar zu erklären. In seiner letzten Schrift³⁾ hat Hartig eine so erschöpfende Kritik der Imbibitionstheorie geliefert, dass damit die Sache als vollkommen erledigt zu betrachten ist, und wenn wir noch in Betracht ziehen, dass Vesque⁴⁾ und Capus⁵⁾ die Bewegung des Wassers innerhalb der Gefässe unmittelbar beobachtet haben, so können wir ohne jedes Bedenken den von Böhm so lange erfolglos vertheidigten Satz, dass der Transpirationsstrom des Wassers in den Zelllumina und nicht in den Zellwänden sich bewegt, als vollkommen sichergestellt gelten lassen.

1) Robert Hartig, „Ueber die Vertheilung der organischen Substanz des Wassers und Luftraumes in den Bäumen und über die Ursachen der Wasserbewegung in transpirenden Pflanzen“. Berlin 1882.

2) Robert Hartig, „Zur Lehre von der Wasserbewegung in transpirirenden Pflanzen“. Untersuchungen aus dem forstbotanischen Institut in München. III. Berlin 1883, S. 47.

3) R. Hartig, Gasdrucktheorie und die Sachs'sche Imbibitionstheorie. Berlin 1883.

4) Bot. Centralbl., Bd. 15, S. 371.

5) Comptes rendus, Bd. 97, S. 1087.

5. Gegen den fünften Einwand ist zu bemerken, dass das Holz der Papayaceen zwar vorwiegend, nicht aber ausschliesslich aus Holzparenchym besteht, dass wir also die Wasserbewegung in diesem Holze nicht ohne weiteres mit der Wasserbewegung im Blattparenchym gleichzustellen brauchen.

Wenn möglich noch weniger glücklich als in der Kritik der herrschenden Anschauung ist Böhm in der eigenen Erklärung der Wasserbewegung in Wurzel- und Blattparenchymzellen gewesen. Wie oben erwähnt, lässt Böhm das Wasser nicht nur in den trachealen Elementen des Holzes, sondern auch in Wurzel- und Blattparenchym in Folge einer Saugung, welche durch Druckdifferenz bedingt ist, sich bewegen. Die Epidermiszellen entziehen durch eine solche Saugung das Wasser den Mesophyllzellen, diese den trachealen Elementen der Blattspurstränge, welche wieder durch eine ähnliche Saugung den weiteren Holzelementen das Wasser entziehen, und so bis auf die Wurzelzellen, welche, auch durch Saugung, das Wasser aus dem Boden schöpfen.

Es ist kaum zu glauben, dass eine solche Theorie, namentlich was die Bewegung des Wassers in lebendigen Zellen anbetrifft, von einem Botaniker, wie Böhm, aufgestellt werden konnte, da doch ihre Unhaltbarkeit klar auf der Hand liegt. Will man annehmen, dass die Epidermiszellen und die Mesophyllzellen durch Saugung in Folge der Druckdifferenz den trachealen Elementen Wasser entziehen, so ist einleuchtend, dass man in diesen Zellen einen geringeren Druck als in den Holzelementen voraussetzen muss. In den trachealen Elementen des Holzes herrscht aber bekanntlich ein ziemlich bedeutender negativer Druck, folglich muss in den Epidermis und Mesophyllzellen ein noch stärkerer negativer Druck obwalten.

Ein negativer Druck in Epidermis- und Mesophyllzellen, wie ist denn das möglich? Die Botaniker haben ja bisher über einen Turgor, also über einen positiven Druck in den lebendigen Zellen geredet. Diesen Turgor nimmt also Böhm nicht an, im Gegentheil, in allen Zellen des Blattes, auch während des Wachstums (da ja auch dann das Blatt transpiriert und also Wasser aufsaugt), herrscht nach ihm ein negativer Turgor, und nicht nur die Zellwände sind durch den

In der ersten Arbeit hat Hartig die Vertheilung der organischen Substanz des Wassers und des Luftraumes im Holze an verschiedenen Höhen der Bäume und zu verschiedenen Jahreszeiten untersucht. Die Methode, welcher sich Hartig bei diesen Untersuchungen bediente, war die, welche zuerst von Sachs in der bekannten Arbeit über Porosität des Holzes angegeben wurde. Obgleich diese Methode nicht ganz genau ist, da, wie ich anderswo zeigen werde, die Wassercapacität der Holzzellwände durch diese Methode oft zu klein gefunden wird, so ist doch diese Ungenauigkeit nicht gross genug, um die Hauptresultate der Hartig'schen Arbeit wesentlich zu alteriren. Diese Hauptresultate sind aber:

1. Dass der leitende Holzkörper aller untersuchten Bäume zu jeder Tageszeit in allen seinen Theilen ausser Imbibitionswasser sehr reichliche Wassermengen im flüssigen Zustande enthält.
2. Dass der Splinkörper mehrerer Baumarten nach oben wasserreicher wird.
3. Dass mit jeder Abnahme des Wassergehaltes im Baume der Luftraum in der Krone sich mehr vergrössert als im Schaft und zumal am unteren Theile derselben, dass also der Luftdruck in den Holzelementen nach oben geringer wird.

Ebenso wichtig für die Theorie der Wasserbewegung in den Bäumen ist die zweite Abhandlung Hartig's. Hier fand unser Verfasser nicht nur, dass an verschiedenen Höhen eines Baumes Druckdifferenzen in der Holzluft bestehen, sondern, was wichtiger ist, dass diese Differenzen eine nothwendige Bedingung der Wasserbewegung ausmachen.

Es handelte sich zunächst in dieser zweiten Arbeit Hartig's um die Feststellung der Frage, in welchen Theilen des Holzes das Wasser aufwärts wandert, ob in dem ganzen Holzkörper oder nur in den äusseren Jahresringen, etwa nur im Splinte. Um dieser Frage näher zu treten, schnitt Hartig die Stämme verschiedener Bäume bei einer Höhe von 1,3—1,5 m mit einer Säge ringsherum bis auf eine gewisse Tiefe ein, so dass nur die inneren Holzringe etwa das Kernholz für Wasserleitung übrig blieb, der Splint aber durchschnitten wurde. Dieser Versuch hat bei verschiedenen Baumarten verschiedene Resultate geliefert: während bei den Birken und

der Einschnittsstelle gelangen und in dem tiefer liegenden Splinte einen Ueberdruck, welcher die Wasserbewegung gegen die Laubkrone gestattete, bewirken. In Folge dessen ist aus den Lumina der Splintelemente der höheren Regionen der eingeschnittenen Eiche das Wasser vollständig verschwunden.

Anders bei der Fichte. Hier sind bekanntlich keine Gefässe im Splinte vorhanden, die atmosphärische Luft konnte also hier nur in die durch den Schnitt geöffneten Tracheiden, nicht aber in die unverletzten Tracheiden eintreten, sie konnte also keine ansehnlichere Drucksteigerung in den über dem Einschnitte liegenden Splintracheiden bewirken, und da auch der Wasserzutritt durch den Einschnitt unterbrochen wurde, so musste nach einiger Zeit in Folge der Transpiration eine annähernde Ausgleichung des Luftdruckes in den Tracheiden des ganzen oberhalb des Einschnittes liegenden Baumtheiles eintreten. In Folge dieser Druckausgleichung konnte das Wasser, trotzdem es noch reichlich in den Tracheiden vorhanden war, nicht nach oben steigen, und die jungen Triebe fingen an zu welken.

Hartig berechnet, dass 31 Tage nach dem Einschneiden, zur Zeit, wo die Triebe zu welken anfangen, der Luftdruck in den Tracheiden des Splintes betrug:

In der Höhe von 2,6 m	0,385	des Atmosphärendruckes.
- - - - 16,6	- 0,200	- - -
- - - - 25,7	- 0,180	- - -
- - - - 31,0	- 0,167	- - -

Bei der Fichte, welche 72 Tage nach dem Einschneiden, als das Welken schon bedeutende Fortschritte gemacht hatte, gefällt wurde, zeigte die Untersuchung:

In der Höhe.	Wasser in pCt. der Lumina der Splintracheiden.	Luftdruck innerhalb der Tracheiden, wenn deratmo- sphärische Druck = 1 gesetzt wird.
2,6 m	39,5	0,200
4,6 -	43,7	0,200
10,8 -	50,2	0,189
17,0 -	53,1	0,151
23,2 -	68,5	0,190

Hier ist der Luftdruck in den verschieden hoch liegenden Tracheiden nahezu ausgeglichen worden, und in dieser Druckausgleichung ist ohne jeden Zweifel der Grund zu suchen, weshalb, trotzdem dass die Tracheiden des Splintes noch so reichlich flüssiges Wasser enthielten, dasselbe, wie aus dem Welken der Sprossen zu schliessen ist, nicht mehr nach oben steigen konnte.

Aus dem Dargestellten ist zu ersehen, dass Hartig zwei für die Theorie der Wasserbewegung höchst wichtige Thatsachen festgestellt hat:

1. Dass während der durch Transpiration bewirkten Wasserbewegung der Luftdruck in den Holzelementen des Baumes nach oben abnimmt.
2. Dass diese Luftdruckdifferenzen in verschieden hoch liegenden Holzelementen eine nothwendige Bedingung der Wasserbewegung ausmachen: so dass, sobald sie ausgeglichen werden, die Wasserbewegung, ungeachtet dass in den Lumina der Holzelemente noch eine bedeutende Wassermenge vorhanden ist, still steht.

Da diese beiden Thatsachen von Böhm aus seiner Theorie als Forderungen derselben abgeleitet worden waren, so musste ihre experimentale Bestätigung der Theorie selbst sehr willkommen sein, und schien derselben eine kräftige Stütze geliefert zu haben. Auch hat Hartig die Theorie Böhm's mit geringen Modificationen angenommen und weiter entwickelt. Im Gegensatz zu Böhm unterscheidet Hartig genau und mit nöthigem Nachdrucke die Ursachen der Wasseraufnahme aus dem Boden von den Ursachen seiner Bewegung im Holze, und nur die letzte Erscheinung sucht er durch die Gasdruckdifferenzen in verschiedenen Höhen des Holzes zu erklären, während er die erstere mit sonstigen Botanikern als einen durch osmotische Wirkungen der Epidermis und Parenchymzellen der Wurzel bedingten Process auffasst. Dass die Böhm'sche Theorie der Wasseraufnahme mit den einfachsten physiologischen und anatomischen Thatsachen unvereinbar ist, hat Hartig nicht bemerkt, doch weist er diese Theorie namentlich aus diesem Grunde zurück, weil er sich überzeugt hat, dass die Wasseraufnahme aus dem Boden, wie das übrigens schon längst bekannt ist, im hohen Grade von der Bodentemperatur beeinflusst wird. Für diese Beeinflussung

Wie das Resultat des Versuches von Th. Hartig zu verstehen ist, wollen wir jetzt etwas näher beleuchten.

Denken wir uns eine beliebige, etwa 1 m lange mit Wasser gefüllte und an seinen beiden Enden mit dünnen Membranen geschlossene Glasröhre; denken wir uns weiter, dass die Schliessmembranen dieser Röhre sehr leicht für Wasser, aber sehr schwer für Luft permeabel sind. Wenn wir diese Glasröhre vertical halten, so ist es klar, dass, trotzdem die untere Schliessmembran im hohen Grade für Wasser filtrationsfähig ist, das Wasser aus der Röhre nicht ausfliessen wird, weil die Luft durch die obere Membran nicht in die Röhre gelangen kann. Bringen wir nun aber auf diese obere Membran einen Tropfen Wasser, so wird derselbe durch die Last der Wassersäule in die Röhre eingesogen und aus dem unteren Ende der Röhre wird ein gleich grosser Tropfen hervortreten. Denken wir uns die Röhre im Innern durch Quermembranen in mehrere übereinander liegende Zellen gefächert, so wird die Sache, wenn die Quermembranen dieselben Eigenschaften wie die Schliessmembranen haben, sich nur insofern ändern, als die Kräfte, welche die Verschiebung der Wassersäule in der Röhre bedingen, den Filtrationswiderstand dieser sämtlichen Quermembranen zu überwinden haben werden.

Ein Stück Tannenholz im Experimente von Th. Hartig können wir uns als ein System capillarer Röhren denken, welche an sehr vielen Stellen mit Membranen von ganz solchen Eigenschaften, wie wir sie bei unserer Glasröhre vorausgesetzt haben, gefächert sind. Denn die übereinander liegenden Tracheiden sind an den Tüpfelstellen durch Membranen, welche sehr leicht für Wasser, aber sehr schwer für Luft permeabel sind, von einander getrennt. Aus einem solchen Holzstück kann selbstverständlich in Folge der Impermeabilität der Tüpfelmembranen für Luft das Wasser aus dem unteren Ende so lange nicht ausfliessen, bis durch die obere Schnittfläche eine entsprechende Wassermenge zugeführt wird; sobald dies aber geschieht, müssen wir aus der unteren Schnittfläche Wassertropfen hervortreten sehen.

Aber auch wenn die Tüpfel an den Tracheiden des Tannenholzes offen wären, könnte das Resultat des Experimentes von Th. Hartig nicht anders ausfallen, als es thatsächlich ausfällt.

Fassen wir die Erklärung des Experimentes von Th. Hartig kurz zusammen, so sehen wir, dass, wenn wir aus einem 1 Meter langen wassergesättigten Stück des Tannenholzes bei senkrechter Stellung desselben kein Wasser abfliessen sehen, so ist das aus der Wirkung zweier Ursachen zu erklären:

1. Aus der Wirkung des atmosphärischen Druckes; denn sollte das Wasser aus den Tracheiden abfliessen, so müsste in den letzteren in Folge der Impermeabilität der Tüpfelwände für Luft ein Vacuum entstehen.
2. Aus der Wirkung der concaven Menisken in den durchschnittenen Tracheiden der oberen Schnittfläche.

Bringen wir nun auf die obere Schnittfläche des Holzstückes einen Wassertropfen, so muss eine Verschiebung der ganzen Wassersäule erfolgen, denn: 1. das Wasser dieses Tropfens tritt an die Stelle des abfliessenden Wassers in die Tracheiden ein, so dass ein Vacuum in den Tracheiden bei dem Abfliessen des Wassers sich nicht zu bilden braucht; 2. die concaven Wassermenisken in den oberen Tracheiden werden aufgehoben und durch einen leicht convexen Meniskus des Wassertropfens ersetzt.

Sobald aber der ganze Tropfen aufgesogen wird, muss das Abfliessen des Wassers aufhören, weil der atmosphärische Luftdruck und die in den Tracheiden wiedergebildeten Menisken diesen Abfluss verhindern.

Nehmen wir anstatt des Coniferenholzes ein Stück wassergesättigten Laubholzes, wo neben Tracheiden auch Gefässe vorhanden sind, so können wir uns zwei Möglichkeiten denken:

1. Die Gefässe enthalten neben Wasser auch Luftblasen, so dass in ihnen sich eine Jamin'sche Kette bildet. Diesen Fall können wir so betrachten, als ob das Gefäss aus mehreren übereinander liegenden Tracheiden gebildet wäre, nur müssen wir uns denken, dass die Rolle der Querwände hier die Luftblasen übernehmen. Ist das Holz hinreichend mit Wasser gesättigt, so haben wir hier einen analogen Fall wie beim Tannenholze und die Ergebnisse des Th. Hartig'schen Versuches werden hier ganz ähnliche wie bei dem Tannenholze sein.

2. Die Gefässe sind vollständig mit Wasser gefüllt. In diesem Fall hemmt der atmosphärische Druck den Abfluss des Wassers

aus den Gefässen nicht, und das Hervortreten des Wassers aus dem unteren Ende des Holzstückes oder das Ausbleiben dieses Hervortretens wird nur durch das Verhältniss zwischen der Länge des zum Experimente benutzten Sprossstückes und dem Durchmesser des weitesten Gefässes bedingt. Ist die Länge des Sprossstückes

$> \frac{15 \text{ Mm}}{r}$, wo r den Radius des weitesten Gefässes darstellt, so

wird das Wasser aus dem unteren Ende des Sprossstückes, auch ohne dass man auf die obere Schnittfläche Wasser bringt, hervortreten. Ist die Länge des Sprossstückes, welches man zum Experiment benutzt,

$< \frac{15 \text{ Mm}}{r}$, so gestatten die Wassermenisken, welche sich in den

Gefässen bilden, das Abfliessen des Wassers aus den Gefässen nicht; dieses Abfliessen wird aber sofort eintreten, sobald man durch Aufbringung eines Wassertropfens auf die obere Schnittfläche die Menisken in den Gefässen vernichtet. Dass in gewissen Fällen das Wasser aus dem unteren Ende eines abgeschnittenen Sprosses sofort nach dem Abschneiden ausfliesst, hat schon im Jahre 1865 Sachs am Weinstocke und an einigen exotischen Schlingpflanzen beobachtet¹⁾.

Wir haben uns bei der Erklärung des Experimentes von Th. Hartig etwas länger aufgehalten, weil dieses Experiment, ohne es eigentlich verdient zu haben, von den Pflanzenphysiologen vielfach citirt und zu weitläufigen Folgerungen benutzt wurde.

Meiner Meinung nach beweist dieses Experiment nur, dass die Summe der Filtrationswiderstände sämtlicher zu passirenden Tüpfelwände geringer ist, als der Druck einer der Länge des zum Experimente benutzten Sprossstückes gleich hohen Wassersäule.

Weiter folgt aus diesem Experimente, dass die Trennung der Tracheiden durch Tüpfelmembranen keineswegs die Continuität des Druckes der Wassersäule in den Tracheiden und Gefässen aufhebt.

Somit sehen wir, dass das Experiment von Th. Hartig nicht nur keine Stütze für die Theorien von Böhm und R. Hartig bilden kann, sondern dass es bei richtiger Interpretation sogar ihre Unzulässigkeit nachzuweisen im Stande ist.

1) Sachs, „Handbuch der Experimentalphysiologie der Pflanzen“. S. 212.

Mit der Erklärung des Versuches von Th. Hartig fällt der Hauptbeweis für die Richtigkeit der Hartig'schen Theorie hinweg, und schon aus diesem Grunde konnten wir diese Theorie als unbegründet betrachten; doch wollen wir sie noch etwas näher zu beleuchten versuchen.

Um seine Theorie zu veranschaulichen, giebt auch Hartig ein Schema, welches mit dem Böhm'schen nicht viel differirt. Als Substrat für unsere Kritik wollen wir das Schema, welches Hartig auf der Seite 7 seiner neuesten Publikation¹⁾ gegeben hat, nehmen. Die Zellen unten bei *a* in der Hartig'schen Figur stellen die Wurzelparenchymzellen dar. Diese Zellen pressen das aus dem Boden aufgenommene Wasser in das Schraubengefäß hinein. Von diesem Schraubengefäße gelangt dann das Wasser weiter in die Tracheiden. Die Zellen bei *c* sollen die transpirirenden Mesophyllzellen des Blattes darstellen. Nachdem diese Zellen eine gewisse Menge Wasser durch Transpiration verloren haben, fangen sie an, durch osmotische Saugung dem angrenzenden Gefäße und mittelbar den weiter nach unten liegenden Tracheiden das Wasser zu entziehen. Auf diese Weise wird die Luft in Folge der Transpiration in den oberen Tracheiden mehr als in den unteren verdünnt. Diese Verdünnung — oder anders Druckunterschied — bewirkt eine Filtration des Wassers durch Tüpfelwände aus einer Tracheide in die andere. Das Steigen des Wassers innerhalb einer jeden Tracheide wird Hartig's Meinung nach nicht mehr durch Druckunterschied, sondern durch Capillarität bewirkt. Wie aber diese Capillarität wirken soll, ist schwer einzusehen. In seinem Schema bildet Hartig in der Mitte einer jeden Tracheide eine Luftblase ab, welche durch zwei einander entgegengesetzte, also auch entgegenwirkende Wassermenisken begrenzt ist. Wie diese sich in der Wirkung gegenseitig aufhebenden Menisken das Steigen des Wassers bewirken sollen, ist mir unverständlich. Mir scheint, dass, wenn die Druckdifferenzen gerade nur hinreichen, um die Tüpfelmembranen filtrationsfähig zu machen, so könnte das Wasser in Folge der Capillarität im Coniferenholze nicht höher als (entsprechend dem Durchmesser der Tracheiden, welcher 0,015 Mm beträgt) bis zu 2 Meter sich erheben. Aber auch ange-

1) Gasdrucktheorie und die Sachs'sche Imbibitionstheorie. Berlin 1883.

ganze Atmosphäre, die Wasserbewegung müsste also der Hartig'schen Theorie zufolge vor sich gehen. Da aber das aus dem Gefässe bei c in den Cylinder austretende Wasser durch die Röhre in das Reservoir bei a abfliessen muss, um dann wieder in das System zu steigen, so hätten wir wieder ein Perpetuum mobile vor uns.

Es unterliegt also keinem Zweifel, dass, sobald man die Hartig'sche Theorie für die Erklärung der Wasserbewegung in hohen Bäumen anwenden will, man mit dem Gesetze der Erhaltung der Energie in unvermeidlichen Widerspruch gelangt, folglich kann diese Theorie für diese Fälle nicht richtig sein.

II.

Aus der kritischen Sichtung der bisherigen Theorien der Wasserbewegung sehen wir, dass weder die Sachs'sche Imbibitionstheorie, noch die Böhm'sche Luftdrucktheorie, noch die Hartig'sche Gasdrucktheorie im Stande ist, das Wassersteigen in irgend einem hohen Baume zu erklären.

Auf das Gesetz der Erhaltung der Energie gestützt, können wir sogar ganz bestimmt voraussagen, dass jede Theorie, welche ausser dem Wurzeldruck, der Transpirationssaugung und der Capillarität der Holzelemente keine anderen Kräfte für die Erklärung der Wasserbewegung in den Bäumen voraussetzt, verfehlt sein muss. Denn da der Wurzeldruck während einer starken Transpiration oft sogar negativ ist, da die Transpiration höchstens eine Saugung von weniger als 1 Atmosphäre bewirken kann, da die Capillarität dem Durchmesser der Gefässe und Tracheiden entsprechend höchstens 2 oder 3 Meter hoch Wasser heben kann, so reichen diese sämtlichen Kräfte, um das Wasser bis zur Baumkrone hoher Bäume emporzuheben, nicht hin. Daraus ist aber der weitere Schluss zu ziehen, dass, wenn das Holz der Bäume aus lauter toten Elementen, d. h. nur aus Gefässen und Tracheiden bestände und wenn mit der Transpirationssaugung kein positiver Wurzeldruck mitwirkte, so

trachten, welche das Wasser in den Tracheiden und Gefässen bis zu den Baumgipfeln aufwärts treiben.

Ich will nicht im mindesten bestreiten, dass, sobald wir uns bei dieser Vorstellungsweise mehr in Einzelheiten hineinzudenken versuchen, wir auf nicht unbedeutende Schwierigkeiten stossen, die aber denen, mit welchen wir auch bei der Erklärung des Wurzeldruckes zu kämpfen haben, ganz ähnlich sind. Möge man sich, wie man will, die Vorgänge bei den Erscheinungen des Wurzeldruckes denken, so unterliegt doch keinem Zweifel, dass das von den Wurzelhaaren und Wurzelepidermiszellen aufgenommene Wasser, nachdem es durch die Rindenparenchymzellen durchgegangen ist, von diesen in die Gefässe und Tracheiden des centralen Cylinders hineingepresst wird, und dass dieses Hineinpressen oft mit einer Kraft erfolgt, welche einen bedeutenden Widerstand zu überwinden vermag. Bekanntlich sind es die jungen noch mit Haare bedeckten Wurzeltheile, welche vorwiegend, wenn nicht ausschliesslich, das Wasser direct aus dem Boden aufnehmen; die älteren Theile leiten das von den jüngeren aufgenommene Wasser in der Richtung des Stengels hin. Dem ungeachtet haben schon viele Botaniker die Meinung ausgesprochen, dass nicht nur ganz junge Wurzeltheile, sondern auch die älteren bei der Entwicklung des Wurzeldruckes activ theiligt sind.

Schon Hofmeister nimmt die Betheiligung der Markstrahlen an der Entstehung des Wurzeldruckes an. Er sagt nämlich: „Der von den saugenden Theilen der Wurzel aufwärts getriebene Saft trifft überall im Holzkörper auf Gewebe (Markstrahlen), denen ähnlich, welche sein Aufsteigen einleiten und deren Berührung unmittelbar seine Spannung steigern muss.“ Und an einem anderen Orte: „Stark thränende Pflanzen sind vorzugsweise reich an Inhaltsstoffen von Zellen des Holzkörpers¹⁾.“

Russow²⁾ schliesst aus den an den Markstrahl- und Holzparenchymzellen einseitig ausgebildeten Hoftüpfeln, dass der Wurzeldruck nicht in dem Rindenparenchym, sondern in dem Holzparenchym entsteht.

1) Citirt von C. Kraus: Forschungen für Agriculturphysik, Bd. V, S. 445.

2) Russow, Bot. Centralbl., Bd. XIII, S. 144.

unmöglich in den qualitativen, sondern in den quantitativen Verschiedenheiten bei der Thätigkeit der Holzgewebe verschiedener Bäume ihren Grund haben.

Auch haben schon viele Botaniker die Ansicht ausgesprochen, dass im Stamme Druckkräfte entwickelt werden.

In einer umfangreichen, speciell auf diesen Gegenstand gerichteten Arbeit beschreibt Pitra zahlreiche Versuche, in welchen er einen Saftausfluss aus den Querschnitten der abgeschnittenen und in Wasser gestellten Sprossstücke constatirt hat. Dieser Saftausfluss begann manchmal schon nach 20 Stunden, manchmal aber erst nach einigen Wochen. Böhm bestreitet die Stichhaltigkeit der Pitra'schen Versuche, indem er behauptet, dass bei diesen Versuchen das Wasser vorerst in Folge der geringen Tension der in den Holzelementen enthaltenen Luft in dieselben eingesogen wurde, um dann durch die, theils durch intramoleculare Athmung, theils durch Buttersäuregährung entwickelten Gase durch die Schnittfläche nach aussen ausgestossen zu werden. Man kann diesen Einwänden von Böhm eine gewisse Berechtigung nicht absprechen, doch finde ich in seinen Auseinandersetzungen kein Argument, welches den Antheil der osmotischen Kräfte an den Resultaten der Pitra'schen Versuche ausschliesse. Ganz besonders ist die Mitwirkung osmotischer Kräfte in diesen Fällen wahrscheinlich, wo der Saftausfluss aus der Schnittfläche bereits nach 20 Stunden begann, da zu dieser Zeit die Buttersäuregährung sicher noch nicht angefangen hat.

Pfeffer¹⁾ in seiner Pflanzenphysiologie vermeidet sogar absichtlich den Ausdruck Wurzeldruck und gebraucht statt dessen den Ausdruck Blutungsdruck, weil er ganz richtig bemerkt, dass die Wurzeln keineswegs die einzigen Organe sind, welche den Blutungsdruck entwickeln.

Sachs in seinem neuesten Lehrbuch²⁾ nimmt auch die Möglichkeit der Entstehung des osmotischen Druckes in den oberirdischen Pflanzentheilen an und erwähnt einen Versuch, wo abgeschnittene junge Halmstücke mit dem basalen Ende in nassen Sand gesteckt und

1) Pfeffer. Pflanzenphysiologie, Leipzig 1882, S. 154.

2) Sachs. Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, Leipzig 1882, S. 330.

vor der Verdunstung geschützt, an der oberen Schnittfläche Wassertropfen hervorquellen liessen.

Carl Kraus¹⁾ beschreibt Versuche, wo er tangentielle Schnittflächen aus jungem Holz herstellte. Diese Sprossstücke wurden mit der Längsachse horizontal in nassen Sand gelegt, und nun konnte Ausscheidung von Safttropfen auf der Tangentialfläche beobachtet werden, manchmal deutlich aus den Markstrahlen.

Russow nimmt, wie wir gesehen haben, an, dass der Wurzeldruck nicht in dem Rindenparenchym, sondern im Holzparenchym entsteht und folgert consequent weiter: „Da Stammholz und Wurzelholz durchaus übereinstimmend gebaut sind, so ist zu erwarten, dass auch im Stammholz Druckkräfte entwickelt werden, falls der Wurzeldruck in dem Holzkörper der Wurzel entsteht“²⁾; und einige Zeilen weiter: „In Hinblick auf das übereinstimmende Auftreten von Gefässen oder gefässartigen Elementen und das an diese angrenzende Parenchym in dem primären wie secundären Xylem sämtlicher Leitbündelzellen steht zu erwarten, dass man Druckkräfte überall im Holzkörper finden muss.“

Wir sehen also, dass schon manche Botaniker aus anderen Gründen das annahmen, was wir für die Erklärung der Wasserbewegung anzunehmen durch logische Nothwendigkeit uns gezwungen sahen.

Eben diese Thatsache, dass viele Forscher, ohne die Wichtigkeit und die Nothwendigkeit der Wirkung der lebendigen Holzzellen für die Wasserbewegung richtig erkannt zu haben, doch diese Wirkung annahmen, bekräftigt unsere Anschauungen am meisten. Wenn z. B. Russow, auf dem Standpunkte der Böhm'schen Theorie gestellt, doch die Mitwirkung der Markstrahlen und des Holzparenchyms bei der Wasserbewegung annahm, so ist nicht zu zweifeln, dass er auf diese Wirkung das Hauptgewicht gelegt haben würde, wenn er den Widerspruch, in welchem die Böhm'sche Theorie mit dem Gesetze der Erhaltung der Energie steht, bemerkt hätte. Dass Russow von unserem Standpunkte nur sehr wenig entfernt war,

1) Carl Kraus: „Die Saftleitung der Wurzeln, besonders ihrer jungen Theile.“ Forschungen für Agriculturphys., Bd. V, S. 448.

2) Russow. Bot Centralbl., Bd. XIII, S. 168.

beweisen seine folgenden Worte: „Fassen wir schliesslich die Ergebnisse vorstehender Untersuchungen kurz zusammen, so gewinnen wir die Vorstellung, dass die Gefässe und Tracheiden nichts anderes als Pumpen sind, die je nach Umständen saugend oder drückend das Wasser im Holzkörper von den Wurzeln bis zu den Blättern heben ¹⁾.“

Nachdem wir auf diese Weise die Berechtigung unserer Theorie im Allgemeinen begründet haben, werden wir nun versuchen, etwas näher auf die Einzelheiten einzugehen.

Die nächste Schwierigkeit, welche wir zu überwinden haben, bietet das Verständniss, auf welche Art und Weise das aus den Gefässen und Tracheiden von den Parenchymzellen durch osmotische Kräfte aufgenommene Wasser aus diesen Zellen wieder in die trachealen Elemente hineingepresst werden kann. Wenn wir uns auf analoge und feststehende Processe in dem Wurzelkörper berufen, so beseitigt das die Schwierigkeit der Erklärung dieses Processes so lange nicht, als wir nicht eine hinreichende Erklärung des Wurzeldruckes besitzen. Die Erklärung des Wurzeldruckes ist also für unsere Theorie der Wasserbewegung von hervorragender Wichtigkeit und deswegen müssen wir uns zunächst der Betrachtung der Theorie des Wurzeldrucks zuwenden.

Dass der Wurzeldruck dadurch entsteht, dass das von den Epidermis- und Parenchymzellen aus dem Boden aufgenommene Wasser in die trachealen Elemente des centralen Cylinders hineingepresst wird, weiss ein jeder Botaniker; wie aber dieser Process zu erklären ist, darüber sind unsere Kenntnisse noch sehr mangelhaft.

Sachs setzt bekanntlich nach dem Vorgange Hofmeister's, um den Wurzeldruck zu erklären, voraus, dass die Wände der Zellen, welche das Wasser in die Gefässe hineinpressen, oder richtiger das Protoplasma, welches diese Wände auskleidet, nicht nach allen Seiten gleichgebaut ist. Nach aussen, wo diese Zellen an andere wasserzuleitende Parenchymzellen angrenzen, sind ihre Wände zwar für osmotisch aufgenommenes Wasser durchdringbar, dafür

1) Bot. Centralbl., Bd. XIII, S. 170.

beistimmen. Die Analogie zwischen den Erscheinungen, welche an dem Sachs'schen Apparate zu beobachten sind, und dem Wurzeldruck wäre nur dann anzunehmen, wenn die in dem Steigrohr des Apparates sich sammelnde Flüssigkeit reines Wasser oder wenigstens eine viel verdünntere Lösung als die Zellflüssigkeit wäre, oder wenn der aus den Stümpfen abgeschnittener Pflanzen ausfliessende Saft eine dem Parenchymzellsaft nahezu gleiche Concentration hätte. Nun ist aber weder das eine noch das andere der Fall. Die Construction eines osmotischen Apparates, welcher das auf einer Seite aufgenommene Wasser auf die andere Seite ausstösse, ist nach dem Princip der Erhaltung der Energie unmöglich, da ja, wie schon Adolf Mayer ¹⁾ richtig bemerkt hatte, ein solcher Apparat einem Perpetuum mobile gleich käme. Der osmotische Druck (Turgescenz), welcher sich in einer natürlichen oder künstlichen Zelle entwickelt, ist ein Resultat der Anziehungskräfte der Zellinhaltsstoffe an Wasser. Soll das in Folge dieser Anziehung aufgenommene Wasser wieder nach aussen ausgestossen werden, so sind nicht nur zur Ueberwindung des Filtrationswiderstandes der Zellwand, sondern auch zur Trennung des Wassers von den in ihm gelösten Stoffen Kräfte erforderlich.

In dem Sachs'schen Apparate, wie ich mich durch einen unmittelbaren Versuch überzeugt habe, wird in das Steigrohr nicht Wasser, sondern dieselbe Flüssigkeit, welche in der Zelle selbst enthalten ist, durchgepresst: hier wird also die als Druckkraft sich äussernde Energie, ohne sich zur Trennung des Wassers zu verbrauchen, gänzlich zur Ueberwindung des Filtrationswiderstandes der Zellhaut verwendet und in Folge dessen kann sie sogar hinreichen, um einen gewissen hydrostatischen Druck zu entwickeln. Anders bei den Wurzeln: hier ist der aus den Gefässen und Tracheiden ausfliessende Saft zwar kein reines Wasser, aber oft eine so verdünnte Lösung, dass sie mit der Concentration des Saftes der sie ausscheidenden Parenchymzellen in gar keinen Vergleich gestellt werden kann.

So haben die Analysen von Uhlbricht ²⁾ gezeigt, dass der

1) Adolf Mayer. Lehrbuch der Agriculturchemie. Heidelberg 1871, S. 332.

2) Uhlbricht. Ein Beitrag zur Kenntniss der Blutungssäfte einjähriger Pflanzen. Landw. Versuchsst., Bd. VI, S. 468.

Verminderung der osmotischen Kraft dieser Zellen aus denselben mit einer gewissen Kraft wieder in die trachealen Elemente hineingepresst wird, vermehrt sich dadurch die Kraft, mit welcher der Saft in diesen Elementen aufwärts getrieben wird. Trifft der Saft auf seinem Wege zahlreiche solcher parenchymatischen Zellen, so kann es nicht Wunder nehmen, dass sich dann ein bedeutender Blutungsdruck in der Wurzel entwickelt; sind in dem Holzkörper der Wurzel nur wenige solcher Zellen vorhanden, so wird von ihnen den wassertreibenden Kräften wenig abgeholfen, und indem diese Kräfte, die Arbeit der Wasserhebung leistend, sich immer mehr verbrauchen, wird der Blutungsdruck nach oben immer schwächer, so dass das Wasser aus dem Stumpfe der abgeschnittenen Pflanzen entweder sehr sparsam oder gar nicht ausfließt. Durch diese Verhältnisse können also die Blutungsdruckunterschiede zwischen verschiedenen Pflanzen hinreichend erklärt werden.

Nach dem Gesagten sehen wir, dass wir sämtliche Blutungsdruckerscheinungen unter zwei Voraussetzungen erklären können:

1. Dass in den Zellen, welche Blutungsdruck entwickeln, periodisch wiederkehrende Spaltungen und Regenerationen gewisser chemischer Verbindungen in gewissen Zeiträumen nach einander folgen.
2. Dass zur Zeit, wo das Wasser in Folge der Verminderung der osmotischen Anziehung des Zellsaftes aus der Zelle durch Turgorspannung ausgestossen wird, das Protoplasma an der Stelle den geringsten Filtrationswiderstand darbietet, wo die Zelle an ein tracheales Element angrenzt.

Da die unter diesen beiden Voraussetzungen entwickelte Blutungstheorie die einfachste und zur Zeit die wahrscheinlichste zu sein scheint, so werden wir sie auch unseren weiteren Betrachtungen über die Wasserbewegung im Stamme zu Grunde legen.

Auf Grund der eben dargestellten Theorie des Wurzeldruckes wollen wir die Wasserbewegung im Holzkörper des Stammes etwas näher zu beleuchten versuchen, und dazu wählen wir das einfachste Beispiel, nämlich die Wasserbewegung im Holzkörper der Abietineen.

nicht, da die Verminderung dieses Druckes, welche durch Wasserentziehung aus der Tracheide bewirkt werde, durch Hineinwölbung der Schliesshaut in das Lumen der Tracheide ausgeglichen wird. Denken wir uns, dass, nachdem der Turgor der Zelle r eine gewisse

Höhe erreicht hat, der Filtrationswiderstand des Protoplasmas, welches die Schliesshaut bei b auskleidet, sich vermindert, und dass gleichzeitig in Folge einer chemischen Umsetzung im Zellsafte die osmotische Kraft der Zelle eine Verminderung erfährt. Dann wird ein Theil des aus allen 8 Tracheiden osmotisch aufgenommenen Wassers durch die jetzt zu grosse Membranspannung aus der Zelle ausgestossen und in die Tracheide b hineingepresst.

In Folge dieser Einpressung

einer grösseren Wassermenge in die Tracheide b wird sich der Luftdruck in derselben vergrössern und ein Theil des Wassers wird aus dieser Tracheide in die benachbarte, in welcher ein kleinerer Luftdruck herrscht, durchgepresst. Wären an den tangentialen Wänden der Tracheiden Tüpfel vorhanden, so würde das Wasser aus der Tracheide b in die Tracheide a oder c , welche mit ihr auf gleicher Höhe stehen, durchgepresst, da aber an diesen Wänden keine Tüpfel vorhanden sind, so kann diese Auspressung nur nach einer nächst höheren oder nächst unteren Tracheide erfolgen. Da nun, wie R. Hartig nachgewiesen hat, der Luftdruck in den Tracheiden nach oben sinkt, so liegt auf der Hand, dass bei der momentanen Vergrösserung des Luftdruckes in der Tracheide b das Wasser aus dieser Tracheide nicht nach einer nächst unteren, sondern nach einer nächst oberen Tracheide (da in dieser ein kleinerer Luftdruck herrscht) durchgepresst wird. Jetzt denken wir uns, dass in unserer Zelle wieder

dass, wenn wir die Luftdruckvergrösserung in der Tracheide b , welche durch Wasserauspressung aus der Zelle in diese Tracheide bewirkt wird, p nennen, so wird sich gleichzeitig in jeder anderen Tracheide, z. B. in der Tracheide g , der Luftdruck um $\frac{p}{8}$ vermindern.

Ist dieser Werth $\frac{p}{8}$ gross genug, um den Filtrationswiderstand der Tüpfelmembranen zu überwinden, so wird das Wasser aus den benachbarten Tracheiden in die Tracheide g aufgesogen. Da die Tüpfel nur an radialen Wänden der Tracheiden vorhanden sind, und da, wie aus R. Hartig's Experimenten zu schliessen ist, ein höherer Druck nicht in weiter nach oben, sondern in den weiter nach unten liegenden Tracheiden obwaltet, so muss die Druckverminderung in der Tracheide g eine Wasseraufsaugung aus den nächst unteren Tracheiden bewirken.

Auf diese Weise übt, unserer Theorie zufolge, eine jede Markstrahlzelle auf die Bewegung des Wassers in den Tracheiden eine saugende und drückende Wirkung zugleich aus. Drückend treibt die Markstrahlzelle das Wasser in diese Tracheide, in welche sie das zuvor aufgenommene Wasser ergiesst, saugend wirkt sie auf die Bewegung des Wassers in allen anderen Tracheiden, welche sie berührt.

Ein jeder Markstrahl besteht aber bekanntlich aus mehreren, z. B. aus n Zellreihen, jede Tracheide also, welche einen Markstrahl berührt, steht nicht mit einer einzigen, sondern mit n Markstrahlzellen in Berührung; bewirkt also eine Markstrahlzelle, indem sie das Wasser in die Tracheide b hineinpresst, eine Druckvergrösserung p in dieser Tracheide, so werden n Markstrahlzellen, wenn sie gleichzeitig wirken, in ihr eine Druckvergrösserung np und in jeder der anderen Tracheiden, welche sie berühren, eine Druckverminderung $\frac{np}{m}$ bewirken. m bezeichnet die Zahl der Tracheiden, welche an eine Markstrahlzelle angrenzen.

Die Grössen np und $-\frac{np}{m}$ bezeichnen also die Veränderungen, welche ein Markstrahl in dem Gasdruck der an ihm angrenzenden Tracheiden hervorruft. Diese durch die Wirkung der Markstrahl-

gesetzt werden: wird dieser Luftdruck in dem ganzen Baum ausgeglichen, so muss die Arbeit der Markstrahlen erfolglos bleiben.

Die Einzelheiten des anatomischen Baues des Coniferenholzes werden durch unsere Theorie besser als durch irgend eine andere erklärt: denn nicht nur der Bau und die Tüpfelung der Tracheiden, sondern auch der Bau der Markstrahlen, welcher für die Böhm-Hartig'sche Theorie ganz gleichgültig erscheint, wird im Lichte unserer Theorie leicht verständlich. Auch wir nehmen, wie oben auseinandergesetzt wurde, an, dass der Durchgang des Wassers aus einer tiefer liegenden Tracheide in eine nächst höhere eine Folge der Gasdruckdifferenzen in beiden Tracheiden ist; doch ist für uns diese Druckdifferenz keine constante, von der Transpiration allein abhängende, sondern sie ist eine nur momentane, zur Zeit, wo das Wasser aus den Markstrahlzellen ausgestossen wird, entstehende. Die allmälige Abnahme des Holzluftdruckes nach oben, wie sie Hartig nachgewiesen hat, bestimmt, unserer Theorie nach, die Richtung der Wasserbewegung im Holze, indem sie das von den Markstrahlzellen ausgepresste Wasser nicht nach unten sinken lässt, und indem sie den tiefer liegenden Tracheiden bei einer momentanen Luftdruckverminderung in denselben das Wasser aus den höher liegenden Tracheiden nicht aufzusaugen gestattet: für sich aber wäre diese Druckabnahme nicht im Stande, das Wassersteigen im Holze der Bäume zu bewirken. Bei einer solchen Auffassung der Ursachen der Wasserbewegung im Holze tritt die Bedeutung der Hoftüpfel und deren Schliesshäute eben so klar hervor, als wie bei den Theorien von Böhm und Robert Hartig.

Pressen die Markstrahlzellen auf einmal in eine der an sie angrenzenden Tracheiden eine grössere Wassermenge hinein, so stösst die Wasserwelle mit einer gewissen Kraft die dünnen Schliesshäute, welche für den Durchgang des Wassers aus einer Tracheide in die andere bestimmt sind, an. Um dabei nicht zerrissen zu werden, brauchen diese Membranen einen gewissen Schutz. Dieser Schutz wird ihnen durch die eigenthümlich trichterförmigen Hofwände, welche an beiden Seiten einer jeden solchen Membran entwickelt sind, gewährt. Da die Schliesshaut im Hofraum des leitenden Holzes schlaff befestigt ist, so wird sie, sobald auf einer Seite ein höherer Druck als auf der anderen obwaltet, an die Hofwand wie ein Filter an

auch an den tangentialen Reihen Tüpfel vorhanden, so würde das von einer Markstrahlzelle in eine der sie angrenzenden Tracheiden ausgeschiedene Wasser anstatt in die höher liegenden Tracheiden der tangentialen Reihe gepreßt zu werden, zu den auf gleicher Höhe stehenden Tracheiden der radialen Reihe, aus welchen es eben von der Markstrahlzelle geschöpft wurde, zurückkehren. Unter diesen Bedingungen vermöchte also das Wasser nicht zu steigen.

Die Anwesenheit der Tüpfel an den Tangentialwänden der letzten Herbstholzschicht können wir mit Hartig dadurch erklären, dass diese Tüpfel zur Versorgung des Cambiums mit Wasser im Frühling dienen.

Der Bau der Markstrahlzellen wird auch leicht verständlich im Lichte unserer Theorie. Die Verlängerung der Zellen in der Richtung des Markstrahls wird dadurch erklärt, dass es nöthig ist, dass die Zelle mehrere Tracheiden berühre; denn nur dadurch, dass das aus mehreren die Zelle berührenden Tracheiden aufgenommene Wasser in eine einzige Tracheide hineingepreßt wird, ist die Entstehung eines namhafteren zur Wasserbewegung erforderlichen Druckunterschiedes in den Tracheiden möglich.

Damit für die Athmung der Markstrahlzellen, durch welche eben die zur Wasserbewegung erforderlichen Kräfte frei werden, die nöthige Luft zugeführt werden könne, laufen zwischen diesen Zellen und den Tracheiden feine Luftcanäle, die sich in die Rindenstrahlintercellularen fortsetzen, um dann durch die Lenticellen mit der Atmosphäre zu communiciren.¹⁾ An den Stellen, wo die Wand der Markstrahlzelle an die Intercellulargänge grenzt, ist sie von Tüpfelcanälen durchsetzt, welche offenbar wenigstens theilweise den Gaswechsel zu besorgen bestimmt sind.

Aehnliche einfache Tüpfel oder Tüpfelcanäle sind auch an den Wänden, welche Markstrahlzellen von einander trennen, vorhanden; hier besorgen sie ohne Zweifel den Stoffaustausch.

Ganz andere Tüpfel sind bekanntlich an den Seitenwänden, welche die Markstrahlzellen von den Tracheiden trennen, vorhanden. Hier handelt es sich, unserer Theorie zufolge, um einen raschen osmotischen Wasseraustausch: da aber die Geschwindigkeit der

1) Runnow, l. c. S. 136.

vom Zellsafte lebendiger Zellen so beträchtlich geringere Concentration haben kann, denn wir haben gesehen, dass die Ausscheidung einer so verdünnten Lösung, wie wir sie in den Holzelementen finden, ohne Turgorverminderung der ausscheidenden Zellen nicht denkbar ist. Uebrigens setzen wir durch diese Hypothesen nichts solches, was keine analogen Erscheinungen in der Pflanzenphysiologie hätte, voraus. Um ein Beispiel der periodischen in kurzen Zeiträumen wiederkehrenden Turgorschwankung zu nennen, brauchen wir uns nur auf die bekannten Erscheinungen an Seitenblättchen von *Hedysarum gyrans* zu berufen. Dass das aufgenommene Wasser oft mit einer gewissen Kraft plötzlich aus den Zellen ausgestossen wird, beweisen die so genau erforschten Erscheinungen der Reizbarkeit von *Mimosa pudica*.

Dessenungeachtet wollen wir nicht bestreiten, dass unsere Theorie, was die Einzelheiten anbetrifft, einen hypothetischen Charakter an sich trägt; nur glauben wir, dass ihr Grundgedanke auf ganz sicherem Boden steht.

III.

Das polnische Manuscript der vorliegenden Arbeit war bereits in den Händen der Krakauer Akademie der Wissenschaften, als ich die Arbeit von Westermaier¹⁾, welche den nämlichen Gegenstand betrifft, kennen gelernt habe.

Bei der deutschen Bearbeitung habe ich die Besprechung dieser Abhandlung absichtlich nicht in den ersten Theil dieser Arbeit hineingezogen, um den Gedankengang, welcher mich auf meine Theorie ganz unabhängig von der Westermaier'schen Arbeit geführt hat, bequemer darstellen zu können. Nun will ich aber mit einigen Worten die Westermaier'sche Arbeit besprechen, um seine Vor-

1) M. Westermaier. „Zur Kenntniss der osmotischen Leistungen des lebenden Parenchyms.“ Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, 1883, Heft 8.

stellungen über die Ursachen der Wasserbewegung mit den meinigen zu vergleichen.

Von der Unzulänglichkeit der bisherigen Theorien durchdrungen, nimmt auch Westermaier an, dass man bei der Wasserbewegung die Mitwirkung des Hadroms, d. h. der Markstrahlen und des Holzparenchyms, annehmen muss.

Da die Westermaier'sche Abhandlung bereits am 6. October 1883 der Redaction der „Berichte“ eingelaufen ist, so sehe ich mich verpflichtet, ausdrücklich zu constatiren, dass die Priorität dieses Grundgedankens einer jeden, wie ich glaube, künftigen Theorie des Saftsteigens nicht mir, sondern Westermaier gehört.

Dies constatirt, muss ich aber hervorheben, dass die Uebereinstimmung zwischen der Westermaier'schen und der meinigen Theorie nur in der Annahme, dass bei der Wasserbewegung im Holze die Markstrahlen und das Holzparenchym betheiligt sind, besteht; die Art und Weise, wie sich Westermaier diese Betheiligung denkt, ist von der meinigen grundverschieden.

Der Unterschied zwischen meiner und der Westermaier'schen Theorie besteht nämlich darin, dass, während nach mir die Hadromzellen im Holze nur als Stempel der Saugdruckpumpen, durch welche das Wasser aufwärts getrieben wird, wirken, die Gefässe und Tracheiden aber, die Röhren dieser Pumpen, in welchen sich das Wasser fortbewegt, darstellen, bilden nach Westermaier die Hadromzellen die Strombahn des Wassers selbst, und die Gefässe und Tracheiden dienen nur, wenn ich Westermaier recht verstanden habe, so zu sagen als Reservoir, in welche das Wasser aus den Hadromzellen ausgegossen und durch deren Capillarität so lange gehalten wird, bis es wieder durch und in den Hadromzellen weiter gehoben wird.

Als Ausgangspunkt seiner Betrachtungen nimmt Westermaier keinen concreten Fall des anatomischen Baues einer bestimmten Pflanze, sondern ein willkürliches allgemeines Schema an.

In diesem Schema stellt der Verfasser ein Gefäss, an welchem an verschiedenen Niveaus *A*, *B*, *D* Markstrahlen liegen, dar. Diese Markstrahlen sind durch schief verlaufende Holzparenchymcomplexe mit einander verbunden. Angenommen, dass in dem Niveau *A* Wasser in dem Gefässe enthalten ist, und dass es auf dieser Höhe

Diese Arbeit hat wohl recht wenig zur Aufklärung der Frage über die Ursachen des Saftsteigens beigetragen. Als das einzige positive Resultat dieser Arbeit kann nur der Nachweis, dass durch ein geknicktes Sprosstück Wasser durchgepresst werden kann, dass also der Sachs-Dufour'sche Knickungsversuch als Beweis für die Richtigkeit der Imbibitionstheorie nicht stichhaltig ist, gelten. In dem theoretischen Theil seiner Arbeit hat Scheit sämtliche Fehler, welche R. Hartig in der Erklärung der Wasserbewegung begangen hat, angenommen, ohne aber das Richtige der Hartig'schen Arbeit angenommen zu haben.

Scheit bestreitet das Bestehen der Jamin'schen Kette in den Gefässen des Holzes, indem er nachzuweisen sucht, dass sämtliche wasserleitende Gefässe und Tracheiden nur Wasser und Wasserdampf, aber keine Luft enthalten.

Es ist ganz eigenthümlich, dass, nachdem man eine so lange Zeit hindurch die Tracheiden und Gefässe lauter Luft enthalten liess, man jetzt behaupten will, dass in diesen Elementen überhaupt gar keine Luft vorhanden ist. Aber die ganze Beweisführung, welche Scheit für diese seine Behauptung durchzuführen sucht, müssen wir als vollständig verfehlt bezeichnen.

Scheit sucht nämlich durch Versuche festzustellen, dass die Wände der Tracheiden und der Gefässe, die Schliesshäute der Tüpfel mitbegriffen, für die Luft impermeabel sind, da auch bei der Anwendung eines hohen Druckes Luft durch das gefässfreie Holz der Coniferen und Farne sich nicht durchpressen lässt. Dass in diesem Sinne die Schliesshäute der Tüpfel für Luft impermeabel sind, zweifelt wohl Niemand, seit es bekannt ist, dass die Luft innerhalb der Gefässe eine geringere Tension als in der Atmosphäre hat, über das Vermögen der Schliesshäute aber, Luft durch eine äusserst langsame Diffusion, oder besser gesagt, Dialyse durchzulassen, sagen derartige Versuche gar nichts aus. Mögen aber die Schliesshäute der Tüpfel auch vollständig für Luft impermeabel sein, so wäre doch damit die Möglichkeit des Gelangens der Luft in die Lumina der trachealen Holzelemente nicht ausgeschlossen. Es ist nämlich höchst wahrscheinlich, dass die Luft in die Tracheiden und Gefässe im gelösten Zustande mit Wasser durch die Wurzeln gelangt. Der Umstand, dass, wie aus Hartig's Arbeit mit Sicherheit zu schliessen

dass alles das, was Hartig in seinen Tabellen als Luftraum auf-
führt, thatsächlich einen nur Wasserdampf enthaltenden luftleeren
Raum darstellt? Wenn so, wie denkt er sich dann den Umstand,
dass diese luftleeren Räume in den unteren Baumtheilen grösser als
in der Baumkrone sind? Aber auch in den älteren Arbeiten, wie
in den von Faivre und Dupré: „Recherches sur les gas du murier
et de la vigne“¹⁾, von Böhm: „Ueber die Zusammensetzung der in
den Zellen und Gefässen enthaltenen Luft“²⁾ und endlich auch in dem
Lehrbuche von Sachs³⁾ wird der Verfasser die nöthige Belehrung
finden, welche ihn überzeugen dürfte, dass in den Holzelementen
Luft, wenn auch in stark verdünntem Zustande, unzweifelhaft vor-
handen ist.

Dublany bei Lemberg, 10. April 1884.

1) Annales des sciences naturelles, 1866, S. 361.

2) Die landwirthschaftlichen Versuchsstationen, Bd. XXI, S. 373.

3) Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, 1882, S. 382—388.

Hysterangium rubricatum.
Eine neue Hymenogastreenspecies.

Von

Dr. R. Hesse.

Hierzu Tafel XXXII.

Die Arten der durch Vittadini (monogr. tub. p. 13) aufgestellten Gattung *Hysterangium* (nomen ab ὑστέρηα et ἄγγειον), die mit Ausnahme von *H. clathroides* Vitt.¹⁾ und *stoloniferum* Tul.²⁾ bisher in Deutschland nicht gefunden wurden, lassen sich durch Farbe und Configuration der Gleba ihrer die Grösse einer Wallnuss nicht überschreitenden Fruchtkörper sowie durch die Dicke und Structur der Peridie leicht auseinanderhalten. Die elliptische bis lanzettliche Form ihrer mit einem Stielrest versehenen Sporen und

1) *Hysterangium clathroides* Vitt. kommt in Deutschland und besonders in Hessen ziemlich häufig vor. Vergl. meine Abhandlung über *Leucogaster* in den Pringsheim'schen Jahrbüchern, Bd. XIII, Heft 2. — desgl. Th. Irmisch: „Ueber die Trüffeln, in der Schwarzburgischen Unterherrschaft“, Regierungs- und Nachrichtenblatt für das Fürstenthum Schwarzburg-Sondershausen 1873, No. 97, p. 387. — desgl. G. Winter, Dr. L. Rabenhorst's *Cryptogamen-Flora*, Bd. I, 13. Lfg., p. 879 sub. No. 2606. Die Dr. G. Winter'schen Angaben über die Fundorte der Hymenogastreen bedürfen sehr einer Vervollständigung; auch fehlt unter den aufgezählten Gattungen dieser Familie das oben citirte zwischen *Octaviana* und *Melanogaster* zu placirende Genus „*Leucogaster*“.

2) Vergl. G. Winter, Dr. L. Rabenhorst's *Cryptogamen-Flora*, Bd. I, 13. Lfg., p. 879 sub. No. 2609. — Auch in unmittelbarer Umgebung Marburgs kommt diese Species vereinzelt vor.

die gelatinös-knorpeligen Glebawände liefern die bereits durch den Begründer der Gattung avisirten Gattungsmerkmale, zu welchen das bei sämtlichen bisher bekannt gewordenen *Hysterangium*species so eigenartig und conform entwickelte Mycelium hinzugezählt werden könnte.

In den Wäldern der Provinz Hessen kommt nun ausser den genannten eine noch unbeschriebene *Hysterangium*art und zwar in so ausgedehntem Maasse vor, dass man in feuchtwarmen, der Hypogaeenvegetation günstigen Jahrgängen an etlichen Fundplätzen in den Monaten Juli und August Hunderte von Fruchtkörpern innerhalb weniger Stunden sammeln kann. Die grösste Ausbeute an diesem unterirdischen Pilze dürften die lichten Buchenbestände der Umgebung Altmorschens und Spangenberg's ¹⁾ gewähren, aber auch die älteren Forsten um Marburg bergen an vielen Stellen unzählige Fruchtkörper dieser Hypogaeen.²⁾

Das schneeweisse, flockige Mycelium dieses Pilzes, welchen ich der rothen Thonfarbe seiner Gleba wegen „*Hysterangium rubricatum*“ nennen will, ist auf sehr weite Strecken innerhalb der von abgefallenen Buchenblättern überdeckten Humusschicht des Waldbodens verbreitet. Auch in dem Sande der Kiefern, beziehungsweise in dem Backwerke, welches die Nadeln der Kiefern mit den humosen Bodenbestandtheilen bilden, findet sich dasselbe, wenn auch viel seltener, vor. Es besteht aus langen, dünnen, verzweigten, vielfach mit einander locker verschlungenen, in ihrem Verlaufe ungleich dicken, mit Querwänden und zahlreichen Schnallenzellen versehenen Hyphen (Taf. XXXII, Fig. 1 u. 2), die die zartesten Ausläufer der Buchen- und Kiefernwurzeln wie umspinnen halten. Beträchtliche Mengen von durch Schwefelsäure leicht nachzuweisendem, oxal-

1) Das Städtchen Spangenberg in Niederhessen ist von Altmorschen in etwa 1½ Stunden zu erreichen; Altmorschen ist Station der Casseler-Bebraer Bahn.

2) Sicherlich ist diese Species eine der verbreitetsten Hypogaeen der Provinz Hessen, und nur *Tuber puberulum* Berk. et Broome und *Elaphomyces variatus* Fr. dürften sie in der Häufigkeit des Vorkommens übertreffen. Letzterer tritt so gemein auf, dass wohl kaum ein wiederholt durchforsteter Buchenbestand vorhanden ist, in welchem man vergeblich nach diesem Pilze sucht. Ja, ausgedehnte Waldungen sind mir bekannt, in denen es schwer hält, eine Buche ausfindig zu machen, an deren feinstem Wurzelwerke dieser Pilz sein Heim nicht aufgeschlagen hat.

Figuren-Erklärung.

Tafel XXXII.

Fig. 1. Locker verschlungene Mycelfäden des Pilzes, mit Körnchen und Drusen oxalsauren Kalkes reichlich besetzt; bei a Schnallenzellen. 300f. Vergr.

Fig. 2. Stück eines Mycelstranges, dessen Hyphen inniger verbunden sind. 300f. Vergr.

Fig. 3. Peridie des reifen Fruchtkörpers (350f. Vergr.). Die den Fruchtkörper nach aussen abgrenzenden Hyphen derselben (c, c) sind mit Kalkoxalat besetzt und zeigen ganz die Structur der Mycelfäden.

Fig. 4. Querschnitt durch einen jungen Fruchtkörper, der etwa die Grösse eines Wickensamens erreicht hat, und in welchem noch keine Sporenbildung erfolgt ist. (80f. Vergr.) p Peridie, G Gleba, k Lakunen, b Basidien, m Kammerwände der Gleba; bei c Basidien- und Kammerbildung.

Fig. 5. Stück einer Kammerwand desselben Fruchtkörpers, stärker vergrössert; bei h Basidien.

Fig. 6. Stück der Gleba eines soeben mit der Bildung der Sporen beginnenden Fruchtkörpers; bei h Hymenium, s Sporen, p Paraphysen, m Kammerwand. 200f. Vergr.

Fig. 7. Zwei Sporen in verschiedenen Entwicklungsstadien; a jung, b etwas älter, c reif. 450f. Vergr.

Fig. 8. Mit deutlichem Stielrest versehene, von den Basidien abgefallene Sporen.

Berichtigung. In meiner Abhandlung über „Cryptica lutea“, diese Jahrbücher Band XV, Heft 1, p. 206 et seq., bedürfen die Angaben von Vergrösserungen der beigegebenen Figuren (Tafel VI — VIII) die nachfolgende Berichtigung.

Am Schlusse der Erklärung von Fig. 4 muss statt 80f. Vergr. 50f. Vergr.

„	„	„	„	„	„	6	„	„	650f.	„	425f.	„
„	„	„	„	„	„	7	„	„	600f.	„	400f.	„
„	„	„	„	„	„	8	„	„	300f.	„	200f.	„
„	„	„	„	„	„	9	„	„	450f.	„	300f.	„
„	„	„	„	„	„	10	„	„	300f.	„	200f.	„
„	„	„	„	„	„	11	„	„	100f.	„	70f.	„
„	„	„	„	„	„	12	„	„	300f.	„	200f.	„
„	„	„	„	„	„	13	„	„	300f.	„	200f.	„
„	„	„	„	„	„	14	„	„	750f.	„	500f.	„

stehen. Da nämlich die zur Lithographie eingesandten Tafeln für das Format der Jahrbücher zu gross ausgefallen waren, mussten die auf denselben befindlichen Figuren theilweise durch photographische Aufnahme verkleinert werden. Innerhalb der „Figuren-Erklärung“ blieben aber die für die ursprünglichen Zeichnungen angegebenen Vergrösserungen stehen.

Dr. R. Hesse.

Veranlassung des Herrn Geh.-Rath Prof. Dr. Schenk im Winter 1882 begann, liessen mir die hohe Bedeutung, wie sie hier der Scheitelzelle zuerkannt wird und die ich schon aus den klaren Darstellungen Dingler's als zweifellos ansehen zu müssen glaubte, in ihrer vollen Gültigkeit erscheinen.

Diese Untersuchungen, die sich ausschliesslich auf Axenscheitel erstreckten (— Wurzelscheitel also ganz unberücksichtigt liessen —) verfolgten einen doppelten Zweck: einmal die Dingler'schen Resultate zu vervollständigen und so die Wahrscheinlichkeit, die für das Vorhandensein einer Scheitelzelle bei allen Gymnospermen spricht, noch zu erhöhen; das andere Mal, um die Frage nach dem Scheitelzellwachsthum möglicherweise auch in der Klasse der Angiospermen einer Lösung zuzuführen. Inwieweit dieser Zweck erreicht wurde, ist aus der folgenden Darstellung ersichtlich, in welcher ich lediglich die Thatsachen, wie sie mir die Untersuchung lieferte, wiedergebe, ohne auf die theoretischen Erörterungen, wie sie in jüngster Zeit auf diesem Gebiete stattgefunden, einzugehen. — Es sollen zunächst die Beobachtungen an gymnospermen Vegetationskegeln und im Anschlusse daran die für die Angiospermen erhaltenen Resultate geschildert werden.

I. Gymnospermen.

Was zunächst das Material anbelangt, das zur Untersuchung gewählt wurde, so beschränkte ich mich auf die Sprossscheitel erwachsener Exemplare, im Gegensatz zu Dingler, der seine Beobachtungen zum grössten Theile an jungen Keimpflanzen machte; es wird sich zeigen, dass die beiderseitigen Resultate durchaus übereinstimmende sind. Die frischen Zweigknospen wurden zu einer Zeit eingebracht, in welcher das Längenwachsthum voraussichtlich bereits begonnen hatte bzw. noch nicht eingestellt war; denn es musste für sehr wahrscheinlich gelten, dass man bei Pflanzen in lebhafter Vegetation eher auf ein günstiges, positives Resultat hoffen

Segment zu erkennen; immerhin ist dies aber insofern von einigem Werth, als dadurch die Oberflächenansicht ergänzt und so eine Gesamtvorstellung von der vierflächigen, tetraedrischen Gestalt der Scheitelzelle gewonnen wird. Solche Bilder wie Fig. 10 in Dingler's Abhandlung kann man häufig beobachten.

Dingler (l. c.) konnte bei *Picea excelsa* sowie bei *Abies balsamea*, *Pinus inops* und *Juniperus communis* auch für die Blätter Scheitelwachsthum mittelst einer Scheitelzelle constatiren, und zwar giebt er an, dass die letztere bei der Anlage des Blattes von oben gesehen dreiseitig, später zweiseitig sei. Für *Picea excelsa* kann ich das Vorhandensein solch dreiseitiger Blattscheitelzellen bestätigen. Das Zellennetz eines Scheitels, den ich ziemlich schräg und in einiger Dicke abgeschnitten hatte, liess oberhalb der jüngsten Blattohöcker des Vegetationskegels unter den in der Hauptsache polygonal gestalteten Zellen zwei deutlich dreiseitige Zellen von gleicher Gestalt auffällig hervortreten; dieselben gehörten zwei verschieden alten Segmenten der Sprossscheitelzelle an und bildeten, ähnlich wie in Fig. 8 bei Dingler (l. c.), augenscheinlich die Mitte zweier aus je sechs bis acht Zellen bestehenden Zellgruppen. Die eine der beiden letzteren ist in Fig. 2 abgebildet: sie zeigt eine Zellenanordnung, die ganz unverkennbar den Segmentirungen einer von oben gesehen dreiseitigen Scheitelzelle entspricht, wie sie auch Dingler (l. c.) in seiner Fig. 21 in der Längsansicht schematisch dargestellt hat. s ist die ungefähr gleichseitig-dreieckige Blattscheitelzelle; s_1 das zuletzt von ihr abgetrennte Segment, in dem es zu einer weiteren Theilung noch nicht gekommen; die beiden Zellen $s_2 s_2$ bilden zweifellos das nächst ältere, sowie die Zellgruppe $s_3 s_3 s_3 s_3$ das drittletzte Segment. In ganz ähnlicher Weise waren die Zellen in der anderen der erwähnten Zellgruppen angeordnet; die Blattscheitelzelle war hier auch noch durch ihre Grösse auffallend ausgezeichnet.

Pinus orientalis L.

Die äusseren Gestaltungsverhältnisse des Vegetationskegels bei *P. orientalis* sind ungefähr die gleichen wie bei der vorher untersuchten Form. Ebenso zeigen die Scheitel, von oben her betrachtet, ganz ähnliche Zellenanordnung wie die von *P. Abies*. Die Scheitel-

Dermatogenschicht im Hanstein'schen Sinne; diese mächtige Zelle (s in Fig. 4) würde hier sowohl dem Dermatogen wie Periblem angehören und mit ihrer Spitze sogar bis in den Pleromtheil hinabreichen.

Die der Scheitelzelle zunächst gelegenen Zellen sind ihrem Ursprung nach leicht auf die erstere zurückzuführen. Die beiden mit s_1 (Fig. 4) bezeichneten bilden augenscheinlich das letzte Segment, welches schon vor einiger Zeit abgeschnitten sein muss, da es bereits durch die perikline Wand p in zwei Tochterzellen getheilt erscheint. Die Zellen $s_3 s_3 s_3 \dots$ gehören dem drittletzten Segmente an, das jedoch in seiner basiscopen Begrenzung nicht vollkommen sicher zu ermitteln war; die beiden durchstrichenen Wände entsprechen der Periklinen p im letzten Segment.

Pinus canadensis.

Horizontal abgeschnittene Scheitel zeigten auch hier wieder häufig genug Zellnetze, die den früher gesehenen durchaus ähnlich waren. Die Scheitelzelle fand ich von der üblichen, zuweilen genau gleichseitig-dreieckigen Gestalt, die Mitte des Vegetationskegels behauptend. Die Zellen ihrer nächsten Umgebung konnte ich erst nach längerer Einwirkung von Kalilauge mit Sicherheit in ihrer Gruppierung erkennen; das Präparat z. B., dessen mittlere Zellgruppe Fig. 5 veranschaulicht, ergab erst nach ca. 14 Tagen ein sicheres Resultat: die Scheitelzelle, die als solche nicht zu verkennen war, ist wiederum von dreieckiger Form (s); die zuletzt in ihr entstandene Wand (a) ist wie gewöhnlich noch vollkommen eben und bezeichnet so ohne Weiteres die Lage des jüngsten Segmentes, das wir in der noch ungetheilten Zelle s_1 vor uns haben. Das nächst ältere Segment ($s_2 s_2 s_2$) zerfiel zunächst durch die Radialwand r in zwei Hälften, eine anodische und eine kathodische, und darauf die letztere wieder durch eine zweite, gleichgerichtete Wand r_1 , die noch ziemlich schwach erschien, ebenfalls in zwei Zellen. Noch frühere Theilungszustände der Scheitelzelle ergab dieses Zellnetz nicht.

Ausser den im Vorstehenden besprochenen Pinus-Arten berücksichtigte ich bei meiner Untersuchung noch verschiedene andere, die indessen, da sie nicht immer ganz gute und voll beweiskräftige Re-

aus überein. Als Untersuchungsmaterial dienten mir die Vegetationskegel der überwinternden Laubspresse einiger älterer Bäume.

Die Form des Vegetationskegels ist ungefähr die wie bei den übrigen Coniferen. Eine Zellenanordnung, wie sie die Oberflächenansicht des Scheitels bietet, zeigt Fig. 7. Wiederum tritt in auffallender Weise die Dreiecksgestalt der Scheitelzelle hervor; die Grösse der letzteren ist häufig viel bedeutender als in dem hier betrachteten Falle. Die letzten in der Scheitelzelle stattgefundenen Theilungen lassen sich deutlich verfolgen: die noch ungebrochene Wand 1 ist offenbar die zuletzt entstandene; sie schnitt die Segmentzelle s_1 , in welcher noch keine weitere Theilung erfolgt ist, und die durch das Wachsthum ihrer Nachbarzellen in ihrer Form bereits einigermaßen verzerrt erscheint, vor nicht langer Zeit von der Mutterzelle s ab. Das nächst ältere Segment hat schon mehrfache Theilungen erfahren; es zerfiel durch zwei radiale Wände in die drei Zellen $s_2 s_2 s_2$, von denen die dem Segment s_1 zunächst liegende durch eine Antikline wieder in zwei Zellen sich theilte. Ob die in der Figur angedeutete Umgrenzung eines drittletzten Segmentes der Wirklichkeit entspricht, kann mit Bestimmtheit nicht gesagt werden; die Theilungen desselben liessen wenig Gesetzmässigkeit erkennen.

Auch im Längsschnitt ist die Scheitelzelle bei *Taxodium* sicher aufzufinden und aus der Anordnung der in ihrer Umgebung befindlichen Zellen als Mutterzelle des Scheitelgewebes zu erkennen. Dingler (l. c.) fand in Längsschnitten des *Cupressus*-Scheitels ebenfalls die Scheitelzelle, giebt aber keine Abbildung davon. — Fig. 8 stellt einen medianen Längsschnitt durch einen ziemlich schlanken Kegel dar: die Scheitelzelle, genau in der Mitte der Scheitelpuppe gelegen, greift wie immer tief in das Scheitelgewebe hinein; ihre Wände stossen in spitzem Winkel in der Ecke des Tetraeders zusammen. Mit grösster Schärfe ist nur noch das letzte Segment $s_1 s_1$ zu erkennen, das durch die perikline Wand p in eine äussere und eine innere Zelle getheilt worden ist. Die dicht unter der Scheitelzelle befindliche, dem zweit- oder drittletzten Segment angehörige Zellgruppe konnte ich leider nicht genügend aufhellen, und war eine sichere Umgrenzung des betreffenden Segmentes in diesem Falle nicht möglich.

B. Gnetaceen.

Von den beiden im hiesigen botanischen Garten cultivirten Gnetaceen: *Ephedra vulgaris* und *E. andina* wurde die erstere einem eingehenderen Studium bezüglich ihres Scheitelwachsthums unterzogen. In ihren frischen Laubknospen fand ich ein vorzügliches Untersuchungsmaterial; die Vegetationskegel sind sehr zart und deshalb die Zellenanordnung der Oberfläche oft schon ohne Behandlung mit Kalilauge leicht zu erkennen; ausserdem aber sind die Scheitel von den jungen Blättchen ganz dicht umschlossen, so dass die Anfertigung feiner Querschnitte leicht gelingt. Diese nun zeigen eine Anordnung der Zellen des Scheitels, welche den Erwartungen durchaus entspricht, die man auf Grund der bei den Coniferen gewonnenen Resultate zu hegen geneigt ist. Immer wieder sehen wir die Scheitelmitte des zuweilen steil sich emporwölbenden Vegetationskegels von einer Zelle eingenommen, die durch ihre Gestalt und häufig auch durch ihre ganz besondere Grösse vor allen übrigen Zellen des Schnittes sich auszeichnet. In Fig. 9 liegt ein Fall vor, der die bei den Coniferen beobachteten Verhältnisse offenbar wiederholt; hier wie dort bildet die Aussenwand der Scheitelzelle (s) ein annähernd gleichseitiges Dreieck, dessen Seiten hier leicht gebogen erscheinen. Die Segmentbildung, welche in den beiden Zellgruppen $s_1 s_1$ und $s_2 s_2 s_2$ in ihren letzten Stadien ganz sicher zu verfolgen war, findet in der gewohnten gesetzmässigen Weise statt.

Diesem Oberflächenbilde entspricht vollkommen die Zellenanordnung im optischen Längsschnitt (Fig. 10); durch dieselbe wird nun vollends die Existenz einer vierflächigen, tetraedriscen Scheitelzelle unbestreitbar. Die letztere konnte ich zu verschiedenen Malen deutlich wahrnehmen und auch mit ihren zuletzt gebildeten Segmenten zeichnen, wie es in Fig. 10 geschehen ist; s_1 ist das jüngste, s_3 wohl das drittletzte Segment, dessen Theilungen mit Ausnahme der Periklinen p nicht ganz deutlich zu erkennen waren.

Durch diese Ergebnisse an *Ephedra vulgaris* werden die Resultate, welche Dingler bei einer anderen Gnetacee, *Ephedra monostachya* C. A. Meyer erhielt, bestätigt. Die beiderseits gegebenen Oberflächenzellnetze (Fig. 9 und bei Dingler l. c. Fig. 15) stimmen vollkommen mit einander überein, sowohl was die Gestalt der

Scheitelzelle, als auch was ihre Theilungen betrifft. In beiden Fällen entsprechen sich die ersten Theilungen in den Segmenten, welche durch eine Radialwand (1 und 1) stattfinden.

Hiermit schliessen meine Untersuchungen an gymnospermen Sprossscheiteln, insoweit sie ganz unbestreitbar sichere Resultate ergaben, ab. Ich darf dieselben als eine vielleicht willkommene Ergänzung und Erweiterung der Untersuchungen Dingler's ansehen, der selbst „eine häufige Wiederholung der Bilder, welche eine tetraedrische Scheitelzelle zeigen“, als sehr wünschenswerth hinstellt, da eine solche, wie er erwähnt (l. c.), seinen eigenen Untersuchungen fehlt.

II. Angiospermen.

In der Litteratur über Scheitelzellwachsthum sind bereits einige Abhandlungen vorhanden, welche sich auf angiosperme Pflanzen beziehen. Wie aus der schon oft erwähnten Dingler'schen Arbeit ersichtlich wird, ist Hofmeister der erste Autor, welcher der Frage nach dem Vorhandensein einer Scheitelzelle bei den Angiospermen nahe tritt; so giebt er zunächst für die jungen Embryonen der Orchideen, sowie verschiedener anderer mono- und dicotyler Pflanzen Scheitelwachsthum an. Späterhin beobachtete er dasselbe auch am Gymnospermen-Embryo, sowie an den Vegetationskegeln einer ganzen Anzahl von Mono- und Dicotylen (*Zostera*, *Secale cereale*, *Phragmites arundinacea*, *Iris*-Arten, *Robinia Pseud-acacia*, *Acer*, *Fraxinus* u. a.); indessen lassen die Resultate seiner Untersuchungen sichere Beweise vermissen. Ebenso zweifelhaft sind einige Angaben N. J. C. Müller's, der bei *Fraxinus excelsior* und *Dianthus plumarius* Scheitelzellwachsthum beobachtet haben will. Sichere Resultate, welche angethan waren, die Umstossung der mittlerweile in Aufnahme gekommenen Hanstein'schen Lehre anzubahnen, wurden erst erzielt, als Pringsheim (— wie schon p. 643 erwähnt —) für *Utricularia vulgaris* Scheitelwachsthum mittelst einer

zu behaupten und der Thatsache, dass die Scheitelzelle bei den Phanerogamen vorhanden, eine grössere Glaubwürdigkeit zu verschaffen, als ihr bisher zu Theil geworden ist. Wenn ich durch die folgenden Mittheilungen Einiges zur Erreichung dieses Zieles beizutragen vermag, so erscheint mir die Aufgabe erfüllt, die ich mir in meinen ziemlich umfangreichen Untersuchungen angiospermer Stammscheitel gestellt.

Der Erforschung der Zelltheilungsvorgänge im phanerogamen Sprossscheitel stehen, wie bekannt, zumeist ziemliche Schwierigkeiten entgegen. Wenn es nun galt, die Angiospermen einer diesbezüglichen Untersuchung zu unterwerfen, so musste es angesichts dieser Thatsache, die es auch erklärlich macht, dass bisher von nur so wenigen Autoren Resultate erzielt worden sind, die dem wahren Sachverhalt thatsächlich entsprechen, angezeigt erscheinen, zunächst einmal solche Formen ins Auge zu fassen, die vermöge der Gestaltungsverhältnisse ihrer Vegetationskegel am ehesten zu der Hoffnung auf ein günstiges Ergebniss berechtigen. Zu diesem Zwecke untersuchte ich im Frühjahr sehr zahlreiche Pflanzen aus den verschiedensten Familien der Mono- und Dicotyledonen bezüglich der Grössen- und Formverhältnisse ihrer Sprossscheitel und, von dem naheliegenden Gedanken ausgehend, dass die vermuthliche Scheitelzelle am ehesten an solchen Vegetationsspitzen aufzufinden sein müsse, deren Scheitel einen möglichst kleinen Raum darbieten, wählte ich zunächst diejenigen Formen zur Untersuchung aus, welche ein recht ausgiebiges Längenwachsthum oder mit anderen Worten einen schlanken Vegetationskegel aufzuweisen hatten (*Elodea*, *Ceratophyllum*, *Utricularia* u. a.). Die Erfahrung aber lehrte, dass es auch bei ihnen eine keineswegs leichte Sache sei, sich Aufschluss über die Zelltheilungsvorgänge am Scheitel zu verschaffen. Die Aufbereitung brauchbarer, median geführter Längsschnitte scheitert zumeist an der geringen Grösse des Durchmessers und an der Zartheit der Vegetationsspitze: feine Querschnitte sind bei der Kleinheit der Objekte ebenfalls schwer zu beschaffen; man muss sich vielmehr darauf beschränken, die Scheitel in mässiger Dicke horizontal abzuschneiden und in reichlicher Menge aufhellender Flüssigkeit, als welche fast ausschliesslich verdünnte Aetzkallilauge angewendet wurde

zu untersuchen — ein Mittel, mit welchem ich in jedem Falle aus-
gekommen bin.

Im Folgenden bespreche ich zunächst die Resultate, die mir
die Untersuchung der Sprossscheitel mehrerer Monocotyledonen
ergab.

Elodea canadensis Rich. (*Anacharis Alsinastrum* Bab.)

Der Vegetationskegel von *Elodea* ist bekanntlich ausserordent-
lich schlank und spitz, und so muss schon eine ganz oberflächliche
Betrachtung desselben unwillkürlich den Gedanken nahe legen, ob
denn nicht die Wahrscheinlichkeit in diesem Falle viel eher für
eine einzige Zelle spreche, welche am Scheitel des Kegels als Mutter-
zelle des ganzen Sprosses functionire, als dass auf so gedrängtem
Raum, wie ihn diese Scheitelspitze bietet, ein ganzer Zellencomplex,
ein Meristem, durch seine Theilungen den Aufbau des Stammendes
vermittle. In meinen Untersuchungen sehr zahlreicher Vegetations-
kegel wurde mir diese Wahrscheinlichkeit zur Gewissheit. *Elodea*
wächst in der That mit einer Scheitelzelle. Ich erhielt eine Anzahl
von Schnitten, welche mit grösster Sicherheit sowohl in der An-
sicht von oben als auch in der Längsansicht ihre Existenz erwiesen.
Die Gestalt der Scheitelzelle gleicht der bei den Gymnospermen ge-
fundenen vollkommen; sie schneidet entsprechend ihren drei Seiten-
flächen Tochterzellen ab.

Behufs Betrachtung des Vegetationskegels von oben her suchte
ich die Scheitelspitze in einiger Dicke horizontal abzuschneiden und
in verticaler Stellung unter dem Deckglas zu fixiren, was mit einiger
Geduld bald gelingt; dann zeigte sich, dass ganz so, wie wir es im
vorigen Abschnitt bei den Gymnospermen gefunden, die Mitte des
Oberflächenzellnetzes, das hier nur eine geringe Anzahl von Zellen
enthält, von einer dreieckig gestalteten Zelle eingenommen wird,
um welche herum die übrigen vier- und mehrseitigen Zellen grup-
pirt sind. Diese Zelle, schon durch ihre Lage an einer fest be-
stimmten Stelle und ihre charakteristische Gestalt vor allen ihren
Nachbarzellen auffallend ausgezeichnet, wird noch durch einige wei-
tere Momente in ihrer besonderen Bedeutung und Funktion erkannt.
So spricht zunächst die Anordnung der Zellen ihrer nächsten Um-

gebung mit Sicherheit für ihre Scheitelzellnatur. Fig. 11 zeigt ein Zellennetz der Oberfläche: die Scheitelzelle s bildet ein Dreieck, dessen Seiten von nicht ganz gleicher Länge und zum Theil stark ausgebaucht und an einigen Stellen gebrochen sind. Mit Sicherheit konnten in diesem Falle drei Segmente festgestellt werden: die beiden Zellen $s_1 s_1$ bilden zusammen das zuletzt entstandene, das schon seit geraumer Zeit abgeschnitten sein muss, da es schon eine Theilung erfahren hat und in seiner eigentlichen Gestalt bereits stark verändert ist; das vorhergehende Segment war in den drei mit s_2 bezeichneten Zellen leicht zu erkennen und schliesslich auch noch ein drittletztes (s_3) in seinen Umgrenzungslinien zu verfolgen: das letztere erschien durch eine Anzahl von radialen und antiklinen Wänden bereits in einen grösseren Zellencomplex verwandelt, dessen Theilungsfolge ich nicht mehr festzustellen vermochte. — Die Gestalt der Scheitelzelle ist, wie schon erwähnt, eine tetraedrische, wie bei den Gymnospermen; die Seitenkanten des Tetraeders sind, wenn das Präparat genügend aufgeheilt ist, von ihren Ansatzstellen in den drei Ecken der Aussenwand der Scheitelzelle bis zu ihrem Vereinigungspunkt in der Tetraederspitze zu verfolgen, wie auch die Fig. 11 dies veranschaulicht. — Je nachdem die letzte Theilung vor längerer oder kürzerer Zeit in der Scheitelzelle stattgefunden hat, wird diese ihre Nachbarzellen mehr oder weniger an Grösse übertreffen.

Weniger leicht ist es, ein klares Bild des Zellwandverlaufs in der Scheitelspitze von Elodea im optischen Längsschnitt zu erhalten, da das Scheitelgewebe ausserordentlich durchsichtig wird bei der Behandlung mit Kalilauge und die tiefer gelegenen Zellschichten daher gewöhnlich zu stark durchscheinen, als dass man die in der Medianebene verlaufenden Zellwandlinien immer genau fixiren könnte. Zu wiederholten Malen konnte ich mich indessen mit Bestimmtheit von den hier herrschenden Verhältnissen überzeugen, wenn es gelang, Präparate zu erhalten, die gerade geeignet lange Zeit der Einwirkung von Kalilauge ausgesetzt gewesen. Dann zeigte sich ganz analog dem Oberflächenbilde in der Mitte der Scheitelspitze eine weit in das Scheitelgewebe eingreifende, dreiseitig gestaltete Zelle, wie sie schon Magnus (cf. p. 657) an den jungen Axelknospen derselben Pflanze gesehen hat. In Fig. 12 ist einer der Fälle zur Abbildung ausgewählt, welche die Scheitelzelle ganz besonders schön

erkennen liessen. Ich hatte dieselbe an dem betreffenden Präparat bereits in der Ansicht von oben, welche ihre dreiseitige Aussenwand nebst den in die Tiefe gehenden Tetraederkanten zeigte, gefunden und konnte ihre Existenz darauf in der Längsansicht bestätigen. Die Scheitelzelle trat hier in einer Weise hervor, wie es auffallender kaum bei den Gefässkryptogamen der Fall sein dürfte. Frühere Segmente derselben waren in den beiden Zellgruppen $s_1 s_1$ und s_2 ohne Mühe zu erkennen. Die beiden Zellen $s_1 s_1$, welche durch das Auftreten der periklinen Wand p entstanden, bilden zusammen das jüngste Segment; in dem nächst älteren, ebenfalls ganz unzweifelhaften Segment (s_2) wurde in gleicher Weise durch eine der Wand p in Segment $s_1 s_1$ entsprechende Wand (p) zunächst eine Aussen- und eine Innenzelle gebildet, darauf zerfiel die erstere durch die Antikline a wiederum in zwei Zellen, wohingegen die andere nochmals durch eine Perikline sich theilte. — Bei gewisser Einstellung waren an diesem Präparat auch die beiden Dreieckseiten $a a$ (Fig. 12) der Aussenwand der Scheitelzelle, sowie die Tetraederkante k zu erkennen.

Wie schon erwähnt, fand ich eine solche Zellenanordnung, wenn auch nicht immer in so scharf ausgeprägter Weise, zu wiederholten Malen; Präparate, welche eine grosse dreiseitige Zelle in der Scheitelmittle zeigen, kann man oft genug erhalten; nur genügen dieselben nicht, um das Vorhandensein der Scheitelzelle mit Sicherheit behaupten zu können.

Was die erste Anlage der Blätter von *Elodea*¹⁾ anbelangt, so hat Nägeli²⁾ schon vor längerer Zeit angegeben, „dass der beginnende Höcker eine Anordnung der Zellen wie bei Gefässkryptogamen zeigt,“ dass also von einer Ausbuchtung des Dermatogens,

1) Unter den zahlreichen Vegetationskegeln von *Elodea*, die ich gesehen, fand ich einige Beispiele einer ganz ungesetzmässigen Verzweigung. Oberhalb des jüngsten Blattwirtels war ein seitlicher Spross zur Entwicklung gekommen, welcher den abwärts gelegenen Elementen im Wachsthum mächtig vorausgeeilt war (Fig. 13 $n s$) und so den Hauptspross ($h s$) aus seiner aufrechten Stellung in eine geneigte verschoben hatte. Nicht unerwähnt möchte ich hier lassen, dass am Hauptspross die dreiseitige Scheitelzelle deutlich zu erkennen war, am Nebenspross dagegen nicht aufgefunden werden konnte.

2) Amtl. Bericht der 50. Versamml. deutscher Naturf. u. Aerzte 1877, Bot. Ztg. 1878.

Die Anzahl der Teilungen in den von ihr abge-

Gewebe ausserordentlich durchsichtig ist und sich somit ganz besonders zur Untersuchung empfiehlt. Der erste Querschnitt durch die Stengelknospe schon, der den Scheitel des Vegetationskegels getroffen, liess mich nicht im geringsten in Zweifel sein über das Vorhandensein der Scheitelzelle; er zeigte eine Zellenanordnung, die mit der bei *Eulalia* beobachteten im Allgemeinen vollkommen übereinstimmte. Dies wird ersichtlich durch einen Vergleich der beiden Oberflächenzellnetze, wie sie in Fig. 14 (*Eulalia*) und 15 (*Saccharum*) dargestellt sind: hier wie dort sehen wir die grosse, in der Mitte gelegene Scheitelzelle, die in ihrer ursprünglichen, typischen Gestalt in den einzelnen Fällen bald mehr, bald weniger verändert erscheint. Eine der Scheitelzellwände ist immer bedeutend länger und viel zarter als alle übrigen; es ist dies, wie schon erwähnt, die zuletzt gebildete Theilungswand der Scheitelzelle, welche das jüngste Segment abschnitt und, da in diesem letzteren noch keine Theilungen stattfanden, noch nicht gebrochen ist, wie die beiden anderen Scheitelzellwände. Dieses jüngste Segment erkennt man ohne weiteres in der Zelle s_1 , die bereits zu ziemlicher Breite angewachsen ist; das vorletzte dürften die drei Zellen $s_2 s_2 s_2$ zusammensetzen, während die mit s_3 bezeichneten zu einem drittletzten Segment gehören. — Wenn auch hier die Zugehörigkeit einzelner Zellen zu ganz bestimmten Zellkomplexen nicht so deutlich hervortrat wie in anderen Fällen, d. h. also, die Scheitelzelle in ihren letzten Segmenten nicht ganz zweifellos sicher verfolgt werden konnte, so war doch das Bild, welches das Zellennetz im Grossen und Ganzen bot, vollkommen Beweis genug für das Vorhandensein einer einzigen in der Scheitelmittle gelegenen Zelle, einer Mutterzelle, auf welche alle übrigen Zellen ihrer Entstehung nach hinweisen.

Ein zweiter solcher Flächenschnitt, den ich anfertigte, gab im Allgemeinen genau dasselbe Bild, nur dass die Gestalt der auch hier in ihrer Grösse besonders auffallenden Scheitelzelle besser als im ersten Falle bewahrt worden war: Fig. 16; s_1 ist wieder das von der Scheitelzelle s zuletzt abgeschnittene Segment. Von den umgebenden Zellen sind keine weiteren fertig aufgezeichnet, da der Scheitel sehr steil abfiel.

Dass die Zelle s im Innern des Scheitelgewebes spitz zuläuft, konnte ich bei immer niedrigerer Einstellung deutlich wahrnehmen;

allen gemachten Erfahrungen ganz vorzüglich zum Studium der Vorgänge im Vegetationspunkt eignen, wurden vorläufig eingehender nicht untersucht, weil die ganze Arbeit abgeschlossen werden sollte und ich mit den an fünf verschiedenen Arten gewonnenen, so übereinstimmenden Resultaten mich begnügen zu dürfen glaubte, um den Analogieschluss ziehen zu können, dass den Gräsern überhaupt Scheitelwachsthum mittelst einer einzigen tetraedriscen Scheitelzelle eigen sei. Ich bin überzeugt, dass an jeder Art, die sich nur einigermaassen durch geeignete Formenverhältnisse ihrer Sprossspitze zur Untersuchung empfiehlt, dasselbe Resultat zu erzielen sein wird, welches mir die wenigen Formen, deren Auswahl so ganz und gar dem Zufall anheimgegeben war, ausnahmslos lieferten.

Lemna minor.

Die Lemnaceen zeigen bekanntlich von den normalen so ausserordentlich verschiedene Sprossverhältnisse, dass es ganz besonders interessant erscheinen musste, auch bei ihnen einmal die Wachsthumsvorgänge am Sprossscheitel zu verfolgen. Wie aus Hegelmaier's Monographie ¹⁾ ersichtlich wird, entstehen die vegetativen Sprosse der Lemnaceen zu zweien auf der oberen Fläche und zwar an der Basis des plattgedrückten Muttersprosses als hügelförmige Vorragungen, welche bald durch die Entwicklung der sogenannten Tasche, jenes eigenthümlichen Organs, in welches sie später ganz eingeschlossen sind, von ihrer ursprünglichen Wachstumsrichtung abgelenkt und zugleich gezwungen werden, eine flache plattgedrückte Form anzunehmen. An diesen jungen, noch nicht umgelegten und flächenartig ausgebreiteten Tochttersprossen konnte ich eine Zellenanordnung beobachten, die eine andere Erklärung des Wachsthumsvorganges als mittelst Scheitelzelle nicht zulassen dürfte. Fig. 20 ist das Bild eines der erhaltenen Oberflächenzellnetze: hier war die Scheitelzelle (s) ganz unverkennbar; sie trat in ihrer deutlich dreiseitigen Gestalt unter ihren vier- und mehrseitigen Nachbarzellen ganz auffallend hervor. Der Unterschied in der Länge ihrer Seitenwände war etwas auffälliger als sonst, so dass sie mehr in die

1) Hegelmaier. Die Lemnaceen. Leipzig 1868.

in der Oberflächenansicht erhielt (Fig. 21), sind mit denen, welche die Scheitel anderer früher betrachteter Formen ergaben, so übereinstimmend, dass sie immer wieder nur dieselbe Deutung zulassen können, und eine Wiederholung dieser letzteren fast überflüssig erscheinen muss. Dasselbe gilt ferner auch für die Oberflächenzellnetze der Vegetationskegel von

Myriophyllum verticillatum,

von denen in Fig. 23 eines dargestellt ist. Hier wie bei *Ceratophyllum* (Fig. 21) sehen wir die Aussenwand der Scheitelzelle *s* von annähernd derselben Form: ein nicht ganz gleichseitiges Dreieck mit zum Theil gebrochenen Seitenlinien. Bei immer tieferer Einteilung verschwindet die Scheitelzelle *s* in ihren Conturen ganz allmählich, sie läuft also augenscheinlich nach unten spitz zu. Die in beiden Figuren mit 1 bezeichneten Wände entsprechen sich genau: sie sind die zuletzt entstandenen Antiklinen, welche die beiderseits noch ungetheilten jüngsten Segmentzellen *s*₁ *s*₁ von der Scheitelzelle *s* abschnitten. Dieses letztgebildete Segment ist immer aufzufinden, wenn es auch durch die späteren Wachsthumsvorgänge zuweilen schon einigermaßen verzerrt erscheint, und in der Regel auch ein zweites, in dem bereits eine oder mehrere Theilungswände aufgetreten sind (Fig. 21, 23 die mit *s*₂ bezeichneten Zellen). Die Umgrenzung eines drittletzten Segmentes ist wohl in vielen Fällen möglich, doch wird sie zumeist kaum Anspruch auf absolute Sicherheit machen können, da die zahlreichen Theilungswände in ihrem ursprünglichen Verlauf zum grössten Theil nicht mehr zu verfolgen sind (Fig. 23: *s*₃).

Bezüglich des optischen Längsschnittes ist zu bemerken, dass derselbe bei *Ceratophyllum* deutlich und oft genug in der Scheitelmitte eine spitz nach innen zulaufende, zumeist auch durch besondere Grösse ausgezeichnete, ganz unverkennbare Scheitelzelle zeigt, über deren Umgebung ich mir indessen selten sicheren Aufschluss zu verschaffen vermochte. Nur das letzte Segment konnte ich, analog dem erhaltenen Oberflächenbilde, als schmale, durch eine antikline Wand von der Scheitelzelle abgegrenzte Zelle zumeist noch sicher verfolgen; in einem Falle erhielt ich das Bild, das in

hat, weniger bestimmt ist, und dass hier jedesmal ein bis zwei Zellen sich von den benachbarten Zellen der Mantellage unterscheiden und sichtlich tiefer als diese nach innen greifen. „Daneben erhält man, wenn man das Gewebe des Vegetationskegels im Ganzen betrachtet, den Eindruck, als ob der Kegel von immer kleineren in einander steckenden Schalen aufgebaut sei oder vielmehr von radiär gestellten, in einander geschobenen keilförmigen Zellmassen, die auf einen Punkt am Scheitel als ihren Gipfel hinweisen; ein Aussehen, welches ganz und gar der Vorstellung eines Aufbaues des Kegels aus Segmenten einer Scheitelzelle conform ist“ Dies alles fand ich durch meine eigenen Untersuchungen durchaus bestätigt. Was die Form der Scheitelzelle anbetrifft, so entspricht sie ganz derjenigen der Gefässkryptogamen. Fast an jedem der betrachteten Vegetationskegel fand ich die Scheitelzelle als eine von zwei in gleichem Winkel gegen einander gerichteten Seitenwänden begrenzte, grosse dreiseitige Zelle, die im Innern des Scheitelgewebes in einer scharfen Spitze endet und so ein Bild gewährt, das den in früheren Fällen gewonnenen Längsansichten der Scheitelzelle vollkommen entspricht (Fig. 24).

Bei der Betrachtung der Vegetationskegel von oben, die wegen der Einrollung der letzteren mit einigen Schwierigkeiten verknüpft ist, konnte ich einige Male mit Bestimmtheit in der Mitte des Zellnetzes eine durch ihre Grösse auffallende Zelle wahrnehmen, um welche herum kleinere Elemente im Kreise gruppirt waren. Auf diese Weise wurde die Längsansicht durch das Bild des Oberflächenzellnetzes ergänzt. — Auch Dingler (l. c. p. 10) fand, dass für *Utricularia* die Hanstein'sche Lehre keine Geltung hat.

Schlussbetrachtung.

Fassen wir die Resultate zusammen, welche die Untersuchung der Vegetationspunkte der auf den vorhergehenden Blättern nach einander betrachteten Pflanzenformen lieferte, so ergibt sich Folgendes:

dern dass vielmehr der ganzen grossen Gruppe der Blütenpflanzen Scheitelzellwachsthum eigen sei. Diese Wahrscheinlichkeit wird um so grösser, wenn man in Betracht zieht, dass neben den in der vorliegenden Untersuchung berücksichtigten Formen, von welchen man das Vorhandensein der Scheitelzelle als wahrscheinlich voraussetzen konnte, auch diejenigen, deren Auswahl ganz und gar dem Zufall überlassen blieb, immer dasselbe Resultat lieferten. Ohne Zweifel würde die Anzahl der Fälle, die das Scheitelzellwachsthum bestimmt erweisen, beliebig zu vermehren sein, wenn man nur einmal systematisch vorgehen wollte.

Die Untersuchungen, welche der vorliegenden Abhandlung zu Grunde liegen, wurden im hiesigen botanischen Institut im Verlaufe dieses Jahres ausgeführt und bin ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Geh.-Rath Prof. Dr. Schenk, sowie Herrn Dr. Ambronn für die freundliche Unterstützung, die sie mir stets zu Theil werden liessen, zu vielem Dank verpflichtet.

Leipzig, im Dezember 1883.

Figuren-Erklärung.

Tafel XXXIII.

s die Scheitelzelle, *s*₃ *s*₃ . . ., *s*₂ *s*₂ . . ., *s*₁ die Segmente der letzteren, wie sie ihrer Entstehung nach auf einander folgen.

- Fig. 1. *Pinus Abies*. Oberflächenzellnetz eines Scheitels. Vergr. 300.
- Fig. 2. Dass. Blattscheitelzelle *s* mit ihren Segmenten. Vergr. 300.
- Fig. 3. *Pinus orientalis*. Oberflächenansicht eines Scheitels. Vergr. 620.
- Fig. 4. Dass. Medianer Längsschnitt. Vergr. 560.
- Fig. 5. *Pinus canadensis*. Oberflächenzellnetz. Vergr. 620.
- Fig. 6. *Pinus nigra*. Dasselbe. Vergr. 620.
- Fig. 7. *Taxodium distichum*. Dasselbe. Die punktirten Linien bezeichnen die Umgrenzung eines drittletzten Segmentes *s*₃ der Scheitelzelle *s*. Vergr. 440.
- Fig. 8. Dass. Medianer Längsschnitt. Vergr. 440.
- Fig. 9. *Ephedra vulgaris*. Oberflächenzellnetz eines Scheitels. Vergr. 560.

Fig. 10. Dasselbe. Optischer Längsschnitt durch einen Vegetationskegel; die punktirten Linien waren nicht ganz sicher. Vergr. 560.

Fig. 11. *Elodea canadensis*. Oberflächennetz eines Vegetationskegels. Die Umgrenzungslinien der Segmente sind stark conturirt. Vergr. 560.

Fig. 12. Dass. Optischer Längsschnitt durch einen Vegetationskegel. V. 560.

Fig. 13. Dass. Vegetationskegel mit einem extra-axillären Seitenspross *ns*; *hs* = Hauptspross, *bl* = Blattanlagen. Vergr. 210.

Fig. 14. *Eulalia japonica*. Oberflächennetz eines Scheitels. Vergr. 850.

Fig. 15. *Saccharum officinarum*. Dasselbe. Vergr. 620.

Fig. 16. Dasselbe. Vergr. 620.

Fig. 17. *Festuca capillifolia*. Dass. Vergr. 880.

Fig. 18. *Festuca rubra*. Dass. Vergr. 620.

Fig. 19. *Panicum plicatum*. Dass. Vergr. 560.

Fig. 20. *Lemna minor*. Oberflächenansicht eines jungen Tochtersprosses. Vergr. 960.

Fig. 21. *Ceratophyllum submersum*. Oberflächennetz. Vergr. 440.

Fig. 22. Dass. Optischer Längsschnitt. Vergr. 620.

Fig. 23. *Myriophyllum verticillatum*. Oberflächennetz eines Scheitels; die Segmente sind mit starken Linien umzogen. Vergr. 560.

Fig. 24. *Utricularia minor*. Optischer Längsschnitt durch einen Vegetationskegel. Vergr. 620.

Fig 4.

R. Hesse auf not del

G. Lauer lith

P.

